سلسلة أمراض النبات

أمراض النبات المتسببة عن النباتات الطفيلية

الدكتور فياض محمد شريف



أمراض النبات
المتسببة عن النباتات الطفيلية

الكتاب: أمراض النبات المتسببة عن النباتات الطفيلية
المؤلف: فياض محمد شريف
عدد الصفحات: (١٤٤) صفحة
رقم التصنيف: 632.6257
رقم الإيداع لدى دار الكتب والوثائق: 1709 / 2011
الواصفات: / أمراض النبات/ / النباتات الطفيلية/ / العدوى/ / المكافحة/

الطبعة الأولى / ٢٠١٢

الناشر



العراق: بغداد – الأعظمية بجانب السفارة الهندية.
هاتف: ٤٢٥٩٩٨٧ / ٤٢٥٧٦٢٨ – نقال: ٠٧٨٠٠٧٤٠٧٢٨ / ٠٧٧٠٠٤٨٨٧٨٠
الأردن: عمان – مركز الأردن التجاري – الطابق الثالث.
هاتف: ٥١٥٣٤٦٧ – ٦ – ٩٦٢+ / فاكس: ٥١٥٣٤٧٢ – ٦ – ٩٦٢+
بريد إلكتروني: info@althakerabookshop.com / www.althakerabookshop.com

سلسلة أمراض النبات

أمراض النبات
المتسببة عن النباتات الطفيلية

الدكتور فياض محمد شريف



المحتويات

إهداء

ناهدة محمد شريف

رائد عبد الستار محمد

خالد عبد الستار محمد

سمير مصطفى محمد

نزار مصطفى محمد

راضي مصطفى محمد

مقدمة

من المعروف جيدا أن النباتات والطحالب والطحالب الخضر المزرقة وبعض أنواع البكتريا أحياء قادرة على الاستغلال المباشر لطاقة الفوتونات في ضوء الشمس وتحويلها إلى طاقة كيميائية بشكل مركبات سكرية تشتق منها مختلف المركبات العضوية التي يحتاجها الكائن الحي. وهكذا فإن معظم النباتات تكون ذاتية التغذية. كما تتمكن معظم النباتات من الحصول على الماء و العناصر المعدنية الذائبة فيه من التربة أو البيئة المائية مباشرة أو حتى من رطوبة الهواء. مع ذلك ثمة مجاميع من النباتات الراقية (نباتات زهرية) تكون فاقدة القدرة على التركيب الضوئي كليا أو جزئيا أو قادرة على التركيب الضوئي لكنها لا تمتلك جذور فعالة تمكنها من استحصال الكميات الكافية من الماء وفي جميع الحالات ستكون هذه النباتات طفيلية بهذه الدرجة أو تلك على النباتات الذاتية التغذية والممتلكة لجذور فعالة. تطفل هذه النباتات الطفيلية يتم على النباتات البرية والمزروعة مسببا الأمراض عليها بسبب استنفاذ مواردها وتحوير فسلجتها. شدة المرض تتفاوت حسب نوع النبات الطفيلي ودرجة الحساسية أو المقاومة للعائل والظروف البيئية السائدة. النباتات الطفيلية يمكن أن تكون عشبية، حولقية متسلقة أو خشبية بشكل شجيرات أو أشجار ، وهي يمكن أن تكون حولية أو معمرة. النباتات الطفيلية واسعة الانتشار وتنمو في مختلف البيئات وفي جميع القارات، بعضها واسع المدى العوائلي والبعض الآخر يصيب أنواع معينة وهي من العوامل الفعالة في تشكيل التنوع الأحيائي في البيئة. النباتات الطفيلية يمكن أن تخفض إنتاجية النباتات المصابة وقد تتسبب في القضاء عليها. النباتات الطفيلية ليست قليلة حيث أنها تشكل 1 % من مجموع أنواع النباتات وهي أحد المجاميع المهمة من

مسببات امراض النبات. ومع أن العديد من النباتات الطفيلية قليلة الأهمية الاقتصادية، فإن الخسائر المتسببة عن بعض أنواعها يمكن أن تكون كبيرة جداً ومحددة للإنتاج الزراعي كمحاصيل الحبوب والخضروات وأخشاب الأشجار، كما أن الكثير منها يستعصي على المكافحة ويؤدي الى حرق المحصول المصاب أو تبوير التربة. وبسبب أهميتها الاقتصادية والسهولة النسبية للتعامل معها ، تجرى العديد من الأبحاث والدراسات من أجل فهم آليات إحداث المرض ووبائيتها ومقاومة النباتات لها والتي توفر الأسس العلمية للسيطرة عليها وتلقي الضوء على بعض الجوانب غير المعروفة في آليات الإصابة والمقاومة في المسببات المرضية الأخرى.

يهدف الكتاب الى توفير إحاطة شاملة بالنباتات الطفيلية ومعرفة أحيائيتها ومدياتها العوائلية وآليات إحداث الإصابة ومقاومة النباتات لها وطرق السيطرة عليها.

الدكتور فياض محمد شريف

الفصل الأول Chapter 1

حياتية النباتات الطفيلية الراقية

Biology of Parasitic Higher Plants

تعتبر النباتات (إضافة إلى الطحالب والطحالب الخضر المزرقة والبكتريا القادرة على التركيب الضوئي) أحد أهم المجاميع الأحيائية القادرة على رفد النظام الأحيائي على الأرض بالطاقة اللازمة للحياة من خلال قدرتها الفذة في استغلال طاقة الفوتونات الشمسية وخزنها بشكل طاقة كيميائية في أواصر المركبات العضوية التي تكونها أو تخزنها. وهكذا فالنباتات ذاتية التغذية (Autotrophic) هذه الصفة جعلت النباتات هدفا للطفيليات والرميات الباحثة دوما عن مصادر الطاقة والمواد العضوية في مختلف مجاميع الأحياء من البكتريا والفطريات والحيوانات الإبتدائية والنيماتودا والمفصليات بما فيها الحشرات واللافقاريات والفقاريات والإنسان وحتى الفايروسات وأشكال الحياة الدنيا الباحثة عن البقاء. لكن النباتات مع ذلك تضم انواعا من النباتات الزهرية (نباتات راقية) غير قادرة كليا أو جزئيا على تخليق مصادر الكاربون فهي غير ذاتية التغذية (Heterotrophic) أو ذاتية التغذية لكنها غير قادرة على الحصول على الماء والعناصر المعدنية أو الإسناد الميكانيكي. هذه الأنواع تسلك سلوكا تطفليا على النباتات الأخرى التي تعمل كمضايف لها مباشرة في الغالب أو على الفطريات التي تعمل كوسيط يستحصل الغذاء من نبات آخر.

يوجد حوالي 3500 نوعا من النباتات الزهرية الطفيلية (Rispail *et al.*,2007) وهي تشكل حوالي 1 % من مجموع أنواع النباتات الزهرية (Keyes *et al.*,2001).

تعتبر بعض النباتات الطفيلية آفات زراعية مهمة فنباتات الدبق القصير (Dwarf

Mistletoes) الطفيلية .Arceuthobium spp تسبب خسائر سنوية بالواح الخشب في الولايات المتحدة تقدر بأكثر من 3.2 مليار قدم^3 من خلال تخفيضها وتشويهها لنمو أشجار المخروطيات. كما أن الخسائر الأكبر المتسببة عن النباتات الطفيلية الجذرية وعلى نطاق العالم هي ما تسببه أنواع العائلتين *Scrophulariaceae* و*Orobanchaceae* على محاصيل الحبوب والبقوليات والخضروات. ففي أفريقيا تصيب النباتات الطفيلية .*Striga* spp حوالي ثلثي الأراضي المزروعة بمحاصيل الحبوب والبقوليات وتسبب خسائر غالبا ما تصل إلى 100 % من المحصول وهكذا تصبح الزراعة مع مثل هذه النباتات الطفيلية غير ممكنة. هذا حدى بمنظمة الغذاء والزراعة الدولية FAO إلى الإعلان أن هذه النباتات الطفيلية تهدد حياة 100 مليون إنسان في 25 بلدا أفريقيا بسبب المجاعة التي تتسبب عن خسارة المحاصيل (Estabrook & Yoder,1998).

من خلال استغلالها للماء والمواد الغذائية ونشاطها الطفيلي، تؤثر النباتات الطفيلية على نمو وتكاثر النباتات العائلة وبالتالي قدرتها التنافسية مع النباتات غير العائلة للطفيلي. بذلك تؤثر النباتات الطفيلية على تركيب المجتمعات النباتية وحركيات الآهلات المكونة لها. ويمتد التأثير البيئي للنباتات الطفيلية ليشمل سلوك وتنوع الحيوانات المتغذية على الحشائش والحشرات الملقحة والعوامل الحيوية الناقلة للبذور. وهكذا يمكن إعتبار النباتات الطفيلية كأنواع مفتاحية في التنوع الأحيائي. الدور المهم للنباتات الطفيلية يرتبط بمدياتها العوائلية وتفضيلاتها وإنتخابها لأنواع عائلة معينة. كما تؤثر النباتات الطفيلية في التركيب الفيزيائي للبيئة المحيطة من خلال التاثير في التربة والموارد المائية والغذائية وتركيز غاز ثاني أوكسيد الكاربون ودرجة الحرارة، وهكذا تسهم في هندسة النظام البيئي(Press & Phoenix, 2005).

أنواع النباتات الطفيلية

Types of Parasitic Plants

تضم النباتات الطفيلية 3500 إلى 4100 نوعا من النباتات الزهرية تعود إلى 277 جنسا متوزعة على 6 عوائل. من بين هذه الأنواع الكثيرة ثمة عدد من الأنواع تعود إلى

25 جنسا فقط تكون مؤثرة على النباتات المزروعة. أهم النباتات الطفيلية والتي تسبب مشاكل اقتصادية خطيرة تعود إلى 4 أجناس فقط هي الحامول (Dodder) جنس *Cuscuta* والهالوك (Broomrape) جنس *Orobanche* ودغل الساحرة (Witchweed) جنس *Striga* والدبق القصير (Dwarf mistletoe) جنس *Arceuthobium* (جدول 1.1).

تعيش النباتات الطفيلية في البيئات الطبيعية وشبه الطبيعية من الغابات المطرية الإستوائية إلى المناطق القطبية. توجد النباتات الطفيلية بأشكال حياتية مختلفة فهي تضم أعشاب حولية ومعمرة مثل .*Rhinanthus* spp و.*Bartsia* spp، ونباتات حولقية متسلقة مثل .*Cuscuta* spp و.*Cassytha* spp، وشجيرات مثل .*Olax* spp ونباتات الدبق، وأشجار مثل خشب الصندل *Okoubaka aubrevillei* التي يصل ارتفاعها إلى 40 مترا (Press & Phoenix, 2005).

يمكن تقسيم النباتات الطفيلية إلى مجموعتين على اساس العضو النباتي المصاب : مجموعة طفيليات الساق ومجموعة طفيليات الجذر. طفيليات الساق تتوزع على بضع عوائل وتشمل نباتات الدبق والحامول .*Cuscuta* spp. أما طفيليات الجذور فتكون أكثر شيوعا وتنوعا أكثرها أهمية تعود إلى عائلة *Orobanchaceae*.

يمكن تقسيم النباتات الطفيلية ايضا حسب درجة تطفلها إلى طفيليات كلية (Holoparasites) وشبه طفيلية (Hemiparasites) وطفيليات اختيارية (Facultative Parasites) وطفيليات مجبرة (Obligate Parasites) (جدول 1.2).

جدول 1.1 : أهم النباتات الطفيلية وعوائلها وانتشارها

بعض انواع النباتات الطفيلية المهمة		
النباتات الطفيلية	النباتات العائلة	التوزع الجغرافي
Balanophoraceae	Hevea	نيجيريا
Thonningia sanguinea		
Balanophora indica	*Coffea*	الهند
عائلة Convolvulaceae		
الحامول dodder	مختلف النباتات	عالمي

عالمي	محاصيل مختلفة خصوصا البقولية	*Cuscuta campestris* يعتبر هذا النوع أكثر أنواع الحامول العشرة انتشاراً والذي يهاجم النباتات المزروعة
الأرجنتين	*Gossypium*	Hydnoraceae *Prosopanche bonacinae* Lauraceae عائلة
إستوائي	النباتات الخشبية	*Cassytha filiformis*
		Orobanchaceae عائلة
الهند والفيليبين واندونيسيا	قصب السكر (*Saccharum*)	*Aeginetia indica*
افريقيا	اللوبياء (*Vigna unguiculata*)	*Alectra vogellii* سجلت بعض الأنواع الأخرى كمسببات مرضية على عباد الشمس والتبغ
الفلبين	قصب السكر (*Saccharum*)	*Christisonia wightii*
		Broomrapes الهالوك
أكثر خطورة في مناطق البحر المتوسط لكنه واسع الانتشار	مختلف لمحاصيل خصوصا الباذنجانية	*Orobanche ramosa*
أكثر خطورة في مناطق البحر المتوسط	البقوليات والجزر	*O. crenata*
واسعة الانتشار في المناطق المعتدلة	البقوليات والتبغ والجزر وغيرها	*O. minor*
أفريقيا	الفول السوداني (*Arachis*)	*Rhamphicarpa fistulosa*

	و الرز (*Oryza*)	
Seymeria cassioides	(*Pinus* spp.) الصنوبر	جنوب الولايات المتحدة
Witchweeds دغل الساحرة		
Striga hermonthica	محاصيل الحبوب	افريقيا شبه الجافة
S. asiatica	محاصيل الحبوب	أفريقيا،أدخل إلى شمال وجنوب كارولينا
S. gesnerioides	المحاصيل البقولية	افريقيا، أدخل إلى فلوريدا
Loranthaceae عائلة		
Agelanthus spp.	shea butter (karité) (*Vitellaria*)	بوركينوفاسو
Amyema spp.	يوكالبتوس *Eucalyptus*	أستراليا
Tapinanthus bangwensis	الكاكاو (*Theobroma*) وغيرها	أفريقيا
Dendrophthoe spp.	kapok (*Ceiba*) وغيرها	آسيا
Phthirusa spp.	(*Hevea*) المطاط teakخشب الصاج (*Tectona*)	وسط وجنوب أميركا
Psittacanthus spp.	*Citrus* الحمضيات	المكسيك
Struthanthus spp.	البن والحمضيات وغيرها *Coffea, Citrus*, etc.	وسط وجنوب أميركا
Santalaceae عائلة		
Acanthosyris pauloalvimii	الكاكاو	البرازيل

	cacao (*Theobroma*)	
Exocarpos spp.	يوكالبتوس *Eucalyptus*	أستراليا
Osyris alba	grape (*Vitis*)العنب	يوغسلافيا
Pyrularia pubera	أشجار التنوب fir *(Abies fraseri)*	غرب فرجينيا، الولايات المتحدة
Thesium spp.	قصب السكر والشعير (*Saccharum*) barley (*Hordeum*), etc.	أستراليا وأسبانيا وأميركا وأفريقيا
Scrophulariaceae		
Bartsia odontites	*Medicago*	أميركا
Rhinanthus serotinus.	النباتات الرعوية	أوروبا
Viscaceae dwarf mistletoes		
Arceuthobium spp.	العالم الجديد Pinaceae Cupressaceae العالم القديم	أميركا الشمالية وأوروبا وآسيا وأفريقيا
"Christmas" mistletoes		
Dendrophthora poeppigii	(*Hevea*)المطاط	البرازيل
Phoradendron spp.	مختلف الأشجار	أميركا الشمالية والوسطى والجنوبية
Viscum spp.	مختلف الأشجار	أوروبا وأفريقيا وأستراليا وآسيا

عن : (Nickrent & Musselman,2004)

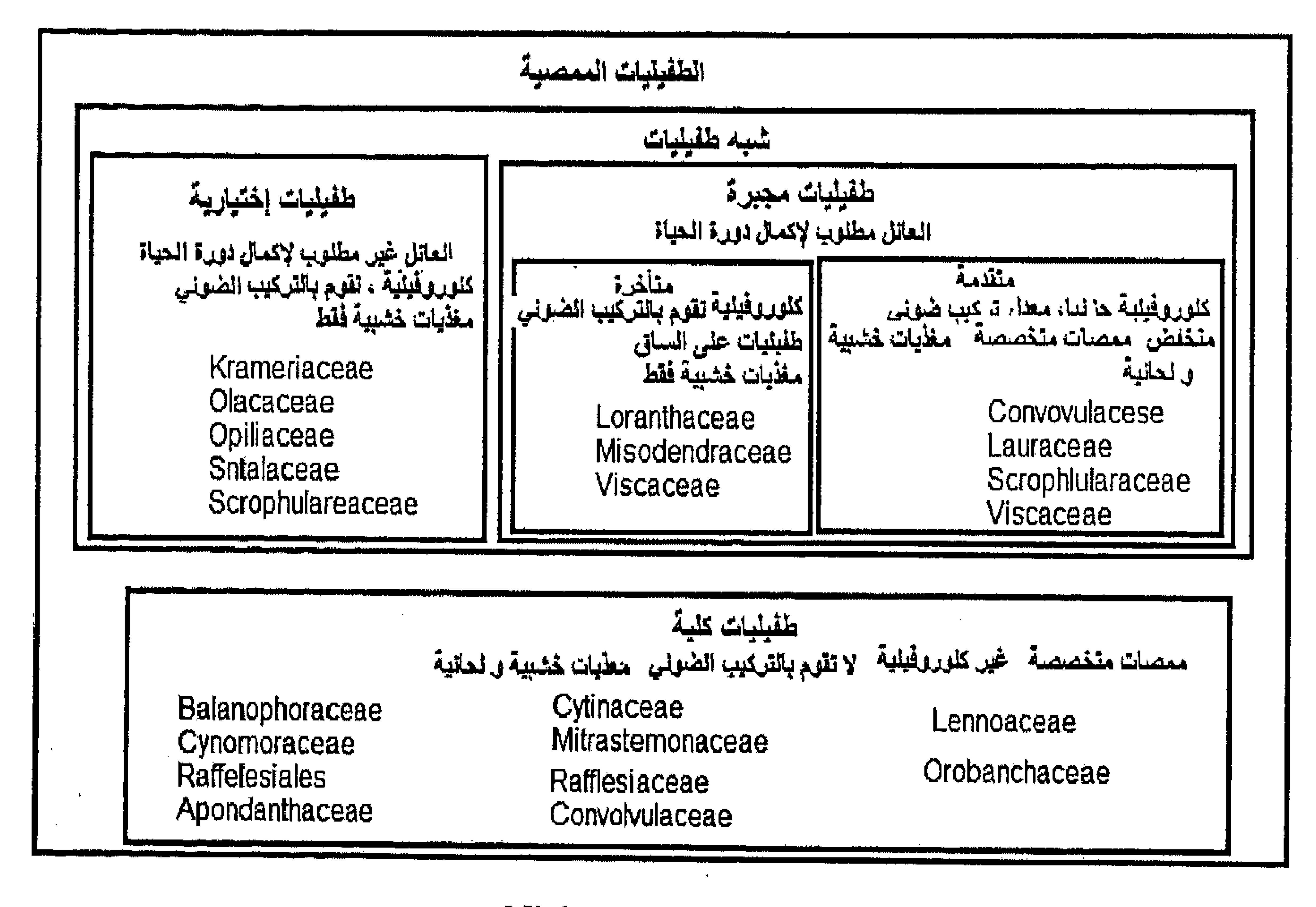
الطفيليات الكلية لا تمتلك صبغات الكلوروفيل نهائيا وبذلك تعتمد كلية على منتجات التركيب الضوئي للنبات العائل وهي بذلك تكون طفيليات مجبرة وتتمثل بـأنواع تعـود إلـى العوائـل *Hydnoraceae* و *Rafflesiaceae* و *Balanophoraceae* و *Lennoaceae* و *Orobanchaceae* و *Cuscutaceae*.

جدول 1.2 : أنماط التغذية في النباتات الزهرية

فطرية التغذية (Mycotrophs)
كلوروفيلية أو غير كلوروفيلية
تقوم بالتركيب الضوئي أو لا تقوم بالتركيب الضوئي
تتصل بالعائل بواسطة فطر مايكورايزي

ذوات الفلقة الواحدة	ذوات الفلقتين
Burmanniaceae	Diapensiaceae
Cosiaceae	Empetraceae
Geosiridiaceae	Epacridaceae
Orchidiaceae	Ericaceae s. lat.
Petrosaviaceae	Gentianaceae
Triuridaceae	Polygalaceae

ذاتية التغذية (Autotrophs)
كلوروفيلية
تقوم بالتركيب الضوئي
معظم النباتات الخضراء



عن : (Nickrent,2002)

النباتات شبه الطفيلية تمتلك صبغات الكلوروفيل عند نضجها بينما تعتمد في تامين إحتياجاتها من الماء والعناصر المعدنية الذائبة فيه من نسيج الخشب لجذر العائل. الأنواع في هذه المجموعة تنتمي إلى عوائل *Santalaceae* و*Orobanchaceae*.

النباتات الطفيليات المجبرة تحتاج إلى العائل من أجل النضوج وإكمال دورة حياتها وتشمل أنواع تعود إلى عوائل *Loranthaceae* و*Misodendraceae* و*Viscaceae* و*Lauraceae*.

النباتات الطفيلية الاختيارية التطفل تحتوي على صبغات الكلوروفيل وتتمكن من النمو حتى النضوج وتشمل انواع تعود إلى العوائل *Krameriaceae* و*Olacaceae* و*Opiliaceae*.

إن مظهر وتركيب النباتات الطفيلية يتناسب وطريقة أو درجة الإعتماد على النبات العائل. فالعديد من النباتات شبه الطفيلية الجذرية تمتلك ساق وأوراق تتمكن من التركيب الضوئي. وكلما زاد الاعتماد على العائل أي التحول من الحالة شبه الطفيلية إلى الطفيلية الكلية كلما تحول ذلك إلى اختزال أو غياب في العضو أو الأعضاء المؤمّنة لحاجة النبات الطفيلي. فالنباتات الطفيلية المجبرة مثل تلك التابعة إلى جنسي *Cassytha* و*Cuscuta* الأجزاء الهوائية فيها تكون مختزلة إلى ساق رفيع يلتف حول الأجزاء الهوائية للنبات العائل وأوراق حرشفية غير فعالة. أو ساق عصاري وأوراق حرشفية كما في أنواع *Orobanche* وإمتلاك ممصات أولية (Primary Haustoria) تنشأ من جذير البادرة. إن هذه التغيرات المظهرية والحياتية هي حصيلة لمسارات تطورية انتجت نباتات طفيلية من نباتات ذاتية التغذية. تعتبر النباتات الطفيلية المجبرة ارقى من النباتات الطفيلية الاختيارية ومن النباتات غير الطفيلية ذاتية التغذية. إن جميع مراحل التطفل المختلفة تعرضها أنواع فرع أحادي النمو التطوري ضمن عائلة *Scrophulariaceae*(Estabrook & Yoder,1998).

المدى العوائلي (Host Range)

يعرف العائل على انه النوع الذي يتمكن النبات الطفيلي من تحقيق اتّصال مع

نباتاته والتي توفر الموارد الغذائية أو المائية اللازمة لنموه وتكاثره. اما غير العائل فإنه النوع الذي لا تقدم نباتاته أية فوائد للنبات الطفيلي. الجدير بالذكر أن ثمة طيف واسع من الإستجابات بدءا من النباتات العائلة الحقيقية إلى غير العائلة بضمنها تلك التي تعرض إستجابات تتدرج بين الحالتين الطرفيتين تظهر نتيجة مهاجمة الطفيلي لها (Cameron *et al.*,2006).

عموما تكون النباتات الطفيلية واسعة أو عامة المدى العوائلي على أنواع النباتات المتجاورة. مع ذلك، تختلف النباتات الطفيلية في مدياتها العوائلية فبعضها مثل *Castilleja* و*Cuscuta* تمتلك مدى عوائليا واسعا جدا يشمل مئات الأنواع من النباتات بينما البعض الآخر مثل *Epifagus virginiana* يظهر تخصصا ليصيب عائلا واحدا هو شجرة الزان *Fagus grandifolia*. وحتى ضمن المجموعة الواحدة مثل نباتات الدبق يمكن ان تختلف الأنواع في مداياتها العوائلية. يمكن أن يصيب النبات الطفيلي الواحد مثل *Rhinanthus minor* بضعة أنواع قد يصل عددها إلى سبعة في نفس الوقت. على العموم، النباتات الطفيلية على الجذور تمتلك مدى عوائلي أوسع من النباتات المتطفلة على الأجزاء الهوائية مع وجود إستثناءات بالطبع.

التفضيلات العوائلية : على الرغم من كون الكثير من النباتات الطفيلية واسعة أو عمومية المدى العوائلي إلا أنها تتطفل على عدد محدود من أنواع النباتات العائلة المتوفرة في المجتمع النباتي. وهكذا يمكن القول أن النباتات الطفيلية إنتخابية العائل. العائل المفضل كما يبدو هو ذلك النوع الذي يشجع نمو الطفيلي وتكاثره وأهليته أكثر من غيره من النباتات العائلة. ما هي الصفات المحددة للعائل المفضل من قبل الطفيلي غير كاملة الوضوح لكن يبدو أن النباتات الطفيلية تفضل :

1. العائل الغني بالمحتوى النتروجيني مثل النباتات البقولية. مع ذلك بين (Jiang *et al.*,2008) أن تفضيل النبات الطفيلي *Rhinanthus minor* للعائل البقولي *Vicia faba* لا يعتمد على المحتوى النتروجيني بل على قوة الممص وضعف دفاعات العائل.

2. النباتات التي يسهل على الطفيلي الوصول فيها إلى الأنسجة الوعائية.

3. النباتات ضعيفة القدرة الدفاعية.
4. النباتات التي توفر الموارد الغذائية لمدد أطول. وهكذا يكون النبات الخشبي المعمر مفضل مقارنة بالنبات العشبي الحولي.
5. النباتات القادرة على الوصول إلى الموارد المحددة مثل تلك التي تمتلك جذور عميقة تتمكن بواسطتها من الوصول إلى الماء في ظروف الجفاف.
6. تنوع النباتات العائلة يمكن أن يكون عاملا في إنتخابية الطفيلي. فنباتات الدبق تظهر تفضيلات عوائلية أقل في الغابات المطرية العالية التغاير بينما تزداد تفضيلاتها الغذائية في المناطق المعتدلة المحدود التغاير العوائلي حيث تكون كثافة النوع ربما هي العامل المحدد.

يمكن أن تتغير التفضيلات العوائلية في المناطق الجغرافية المختلفة أو بين النباتات الطفيلية في مناطق الآهلة المختلفة.

يمكن ان تلعب الجزيئات الإشارية المحفزة للإنبات أو تكوين الممصات دورا في اهتداء النبات الطفيلي إلى عائله المفضل. فسيقان بادرات النباتات الطفيلية مثل *Cuscuta subinclusa* و*C. europea* وهي تدور باحثة عن ساق العائل تبتعد عن ساق النبات غير العائل بينما تلتف على ساق النبات العائل(Press & Phoenix, 2005).

انتشار النباتات الطفيلية

معظم النباتات شبه الطفيلية التي تصيب الجذور تنتشر في المناطق المعتدلة خصوصا في منطقة البحر المتوسط وغيرها حيث البيئات المشمسة المفتوحة. بينما تنتشر أنواع النباتات الطفيلية العائدة إلى عائلة *Orobanchaceae* وتتخصص على النباتات في المناطق المفتوحة والمروج في أفريقيا الجنوبية وجنوب الولايات المتحدة وجبال الألب في أوروبا الوسطى. غير أن النباتات شبه الطفيلية من أنواع الجنس *Thesium* عائلة *Santalaceae* تنتشر أكثر على الأدغال في المناطق الاستوائية.

تنتشر النباتات الطفيلية بواسطة البذور كملوثات مع بذور المحاصيل الزراعية وكذلك بواسطة الترب الملوثة ببذورها أو مع الشتلات المستقدمة من مناطق ملوثة ببذور أو شتلات النباتات الطفيلية. ويمكن ان تنتشر بواسطة الإنسان لجهله كونها

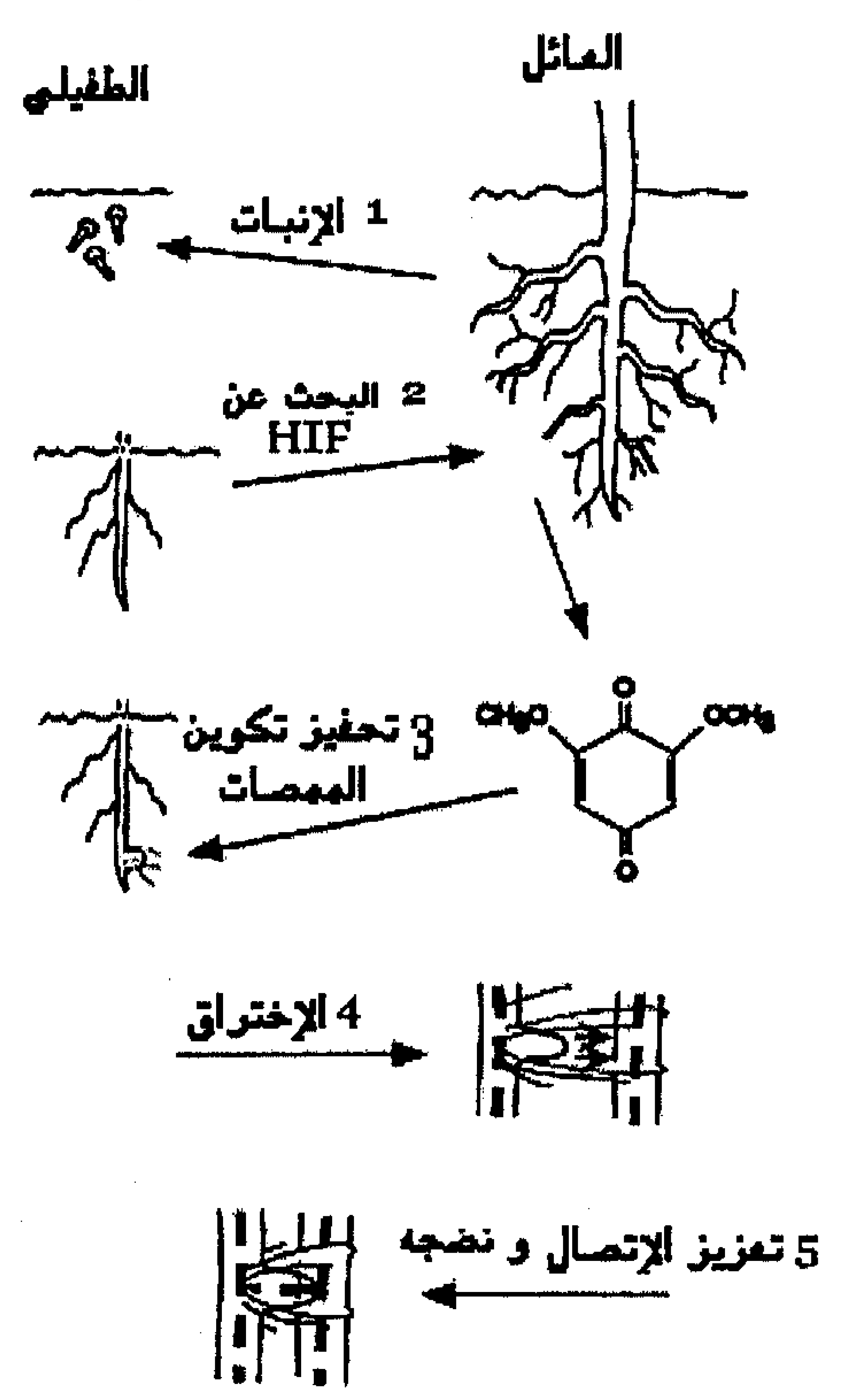
نباتات طفيلية. ويمكن ان تصبح النباتات الطفيلية المتوطنة في منطقة معينة مشكلة كبيرة نتيجة زراعة أنواع من النباتات العائلة لها. في بعض الدول ومنها الولايات المتحدة تخضع النباتات الطفيلية مثل *Aeginetia* و*Alectra* و*Cuscuta* و*Orobanche* و*Striga* لإجراءات الحجر الزراعي لخطورة إدخالها وانتشارها في مناطق جديدة.

الفصل الثاني Chapter 2

الإصابة والمقاومة

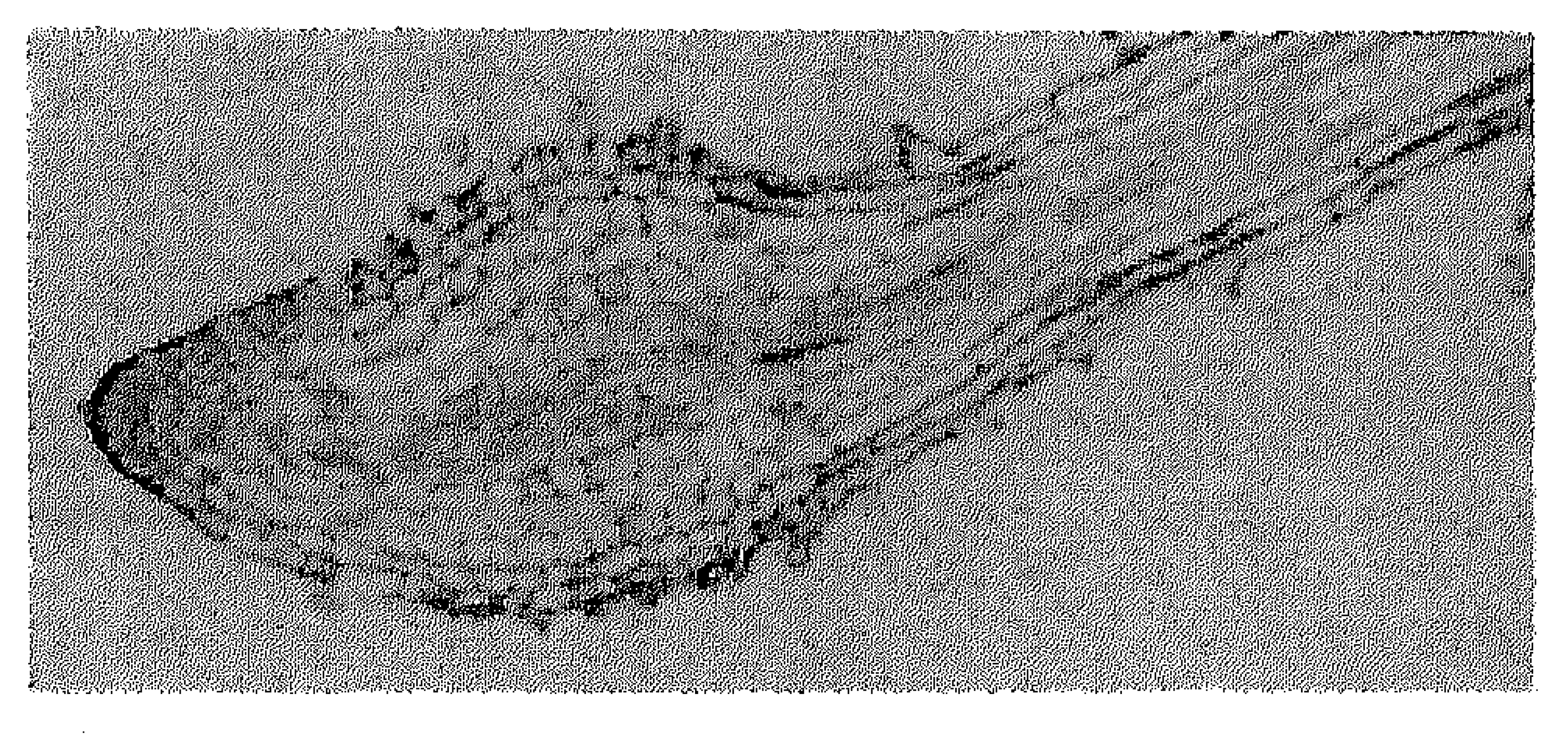
Infection and Resistance

في عدد من النباتات الطفيلية ثمة تبادل إشاري بين النبات الطفيلي وجذور عائله يمكن أن تسهم في تطور الإصابة التي تمر بمراحل متتابعة (شكل 2.1 إلى 2.3).

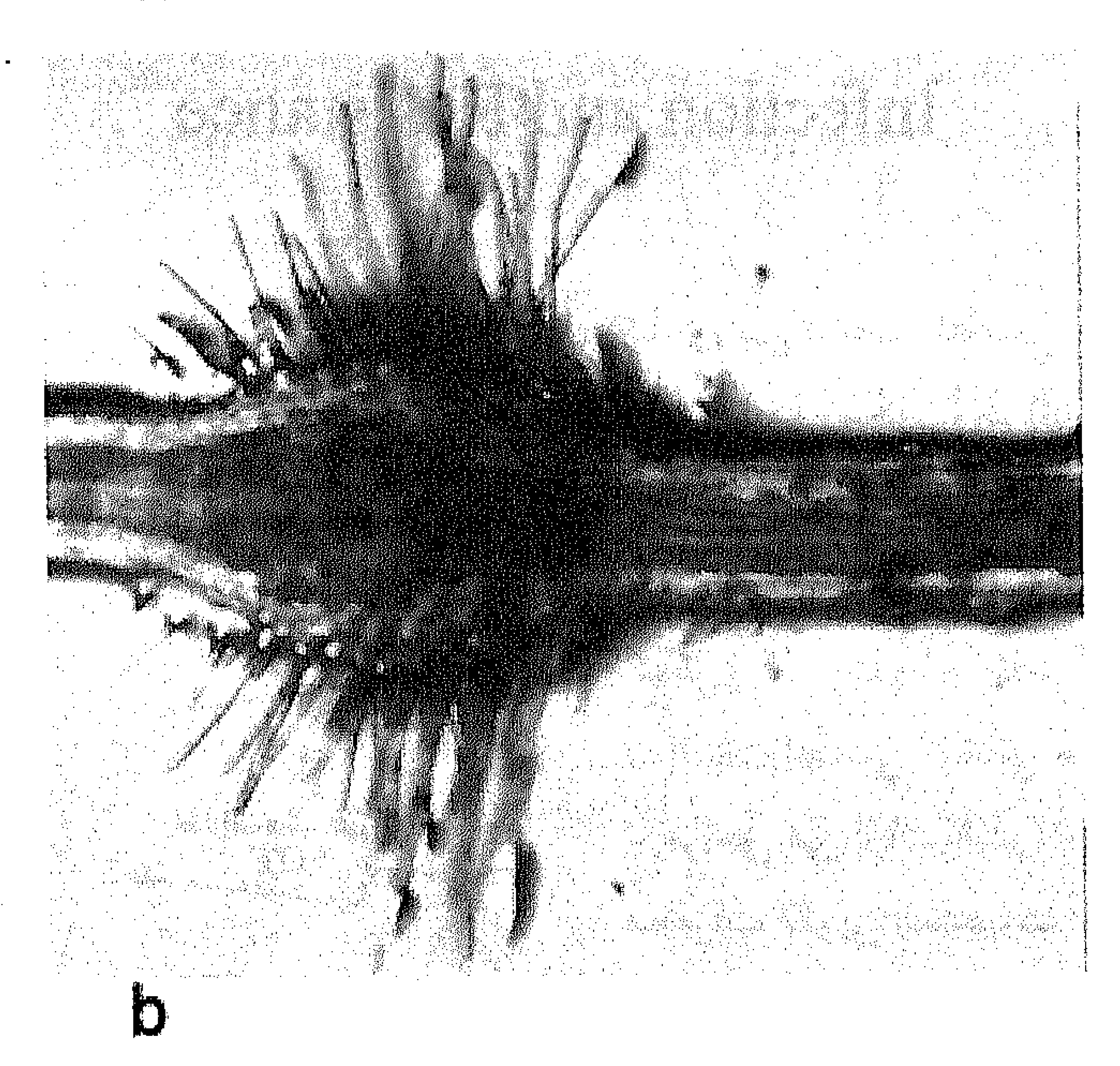


شكل2.1 : تبادل الجزيئات الإشارية بين النبات الطفيلي والعائل حيث تميز 5 مراحل هي إنبات البذور والبحث عن محفزات تكوين الممصات أو استخلاصها من الجذور وتحفيز تكوين الممصات واختراق الممصات للجذر وعناصر الخشب (الخطوط المتقطعة) وتعزيز الاتصال بالجذر. السهام تشير إلى إتجاه حركة الجزيئات الإشارية بين النبات الطفيلي على اليمين والنبات لعائل على اليسار

عن : (Estabrook & Yoder,1998)



a



b

شكل 2.2 : تحفيز تكوين الممص في جذور النبات الطفيلي *Triphysaria versicolor*. (a) – تحفيز جذور النبات الطفيلي بواسطة HIFs من ناضح جذور نبات الخردل النموذجي *Arabidopsis*. الصورة هي مقطع طولي في الجذر بعد 48 ساعة من استخدام المحفزات. يظهر المقطع التمدد القطري لخلايا القشرة مع إنقسام بعض الخلايا. (b) – صورة بالمجهر المجسم لجذور *T. versicolor* معاملة بـ 10 مكرولتر من DMBQ وغير معاملة بمثبتات. الانتفاخ وتجمع الشعيرات الكثيف هي ما يميز الممص قبيل الاتصال بجذر العائل

عن : (**Estabrook & Yoder,1998**)

إنبات البذور (Seed Germination)

إشارات الإنبات

1 2

إشارات الممصات

	فعالة	غير فعالة	مثبطات
Flavonoids	3, 4	5	
p-Hydroxy acids	6		
Quinones	7, 9	10	8, 11
Cytokinins	12		

شكل 2.3 : الإشارات المستخدمة في تآثرات الطفيلي – النبات العائل. أمثلة لإشارات الإنبات والممصات معروضة بصيغها التركيبية. المركبات الفعالة تحفز تكوين الممصات بينما المركبات غير الفعالة لا تحفزها، أما المثبطات فتخفض نشاط HIF لمركب DMBQ.
(1)SXSg، (2)Resorcinol، (3)Xenognosin A، (4)Xenognosin B، (5)Formononetin، (6)Ferulic acid، (7)DMBQ، (8)Tetrafluorbenzoquinone، (9)Benzoquinone، (10)Dihydroquinone، (11)CPBQ، و(12)Zeatin
عن : (**Estabrook & Yoder,1998**)

معظم بذور النباتات الطفيلية تنبت مباشرة متى ما توفرت الظروف البيئية المناسبة من الرطوبة والأوكسجين ودرجة الحرارة والضوء المناسبة. لكن إنبات بذور بعض النباتات الطفيلية مثل أنواع *Striga* و*Alectra* و*Orobanche* تعتمد على عوامل تفرز أو تشتق من العائل. حضيت المواد المحفزة والمثبطة لإنبات بذور النباتات الطفيلية بدراسات عديدة في محاولة لتحديدها مساهمة في فهم آلية الإصابة والاستفادة من تطبيقاتها العملية في السيطرة عليها.

أول عامل محفز لإنبات بذور *Striga* من عائل طبيعي كان المركب SXSg وهو هيدروكينون يؤكسد ذاتيا إلى الكينون Sorgoleone غير الفعال.

ومع أن النباتات الطفيلية المعتمدة على عوامل إنبات البذور تتحدد خصوصيتها في الغالب على المواد المحفزة المنتجة من جذور العائل إلا أن ذلك لوحده لا يفسر كل المسألة فأول محفز لإنبات البذور تم إكتشافه من جذور نبات غير عائل هو القطن.

تحفيز تكوين الممصات وتطور البادرة قبل الاتصال

Haustorium Induction and Preattachment Development

الممص (Haustorium) هو عبارة عن تركيب مدور منتفخ يتصل بسطح العائل وهو عضو متعدد الوظائف يخترق العائل ليؤمن صلة مباشرة بخشب النبات العائل موجها الماء والعناصر المغذية بإتجاه واحد نحو الطفيلي. في النباتات الطفيلية من انواع عائلة *Scrophulariaceae* ينشأ الممص نتيجة لتغيرات في نمو وتكشف خلايا خاصة في الجذر إستجابة لمحفزات خارجية.

إن ملاحظة حاجة النبات الطفيلي إلى وجود النبات العائل من اجل تكوين الممصات تؤشر إلى وجود عوامل خارجية تحفز تكوينها. أول عوامل محفزة لتكوين الممصات مشتقة من العائل ((Host Induced Factors (HIFs)) تم إستخلاصها من اوراق نبات *Astragalus gummifer* بعد ذلك استخلص DMBQ من جذور الذرة البيضاء (السرجوم) والعديد من المركبات المرتبطة بها تركيبيا. الإستجابة لهذه

المركبات تكون سريعة، فخلال ساعات من وضع مواد HIF تحصل استطالة قطرية وربما انقسام في خلايا القشرة قرب طرف الجذر. وفي الوقت نفسه يحصل نمو لشعيرات البشرة التي تتموضع حول المنطقة المنتفخة. في هذا الوقت يصبح الممص مهيئا للاتصال بجذر العائل.

المواد المحفزة لتكوين الممصات تضم 4 مجاميع هي Flavonoids و-*p* hydroxy acids وQuinones وهذه المجاميع الثلاثة مترابطة تركيبيا ويمكن أن تحفز تكوين الممصات بآلية الأكسدة-الإختزال (Redox) وCytokinins وهي من الهرمونات النباتية والتي يمكن ان تكمل عمل المركبات السابقة عن طريق تغيير التوازن الهرموني لنسبة السايتوكاينينات إلى الأوكسينات (شكل2.3). الجدير بالذكر أن هذه المواد تعتبر اليلوباثية (Allelopathic) تفرزها جذور النباتات من اجل تثبيط نمو جذور النباتات المنافسة (Walker *et al.*,2003 ; Yoder,2001).

حصول النبات الطفيلي على المحفزات HIFs

Parasite Probing for HIFs

توجد الفينولات المختلفة كمكونات مهمة من مواد جدران الخلايا النباتية حيث تلعب ادوارا في تكوين اللكنين والدفاع ضد الممرضات وغيرها. حوامض -*p* Hydroxy والفلافونات تكثر في الجذور وتنضح منها إلى التربة المحيطة بالجذر. مع ذلك لم تنجح تجارب عزل مركبات HIFs من ناضح الجذور السليمة. وعليه فإن اغلب المعطيات والإستنتاجات تشير إلى عمل إنزيمات النبات الطفيلي المفرزة إلى خارج الجذر في إستخلاص هذه المركبات من جذور النباتات العائلة(Estabrook & Yoder,1998).

في حالة جذور النبات الطفيلي *S. asiatica* وربما بقية النباتات الطفيلية تنتج خلايا البشرة بيروكسيد الهيدروجين H_2O_2 حيث لا يوجد إنزيم البيروكسيديز ولا الفينولات في أو على جدران هذه الخلايا مما يمكّن جزيئات H_2O_2 من التراكم والانتشار في محيط الجذر وتعمل بمثابة " الكشاف الراداري " إذا صادفت جذور العائل التي تحتوي على سطحها إنزيم البيروكسيديز والفينولات سيحصل تحلل

لجزيئات H_2O_2 ,هكذا يتم تحسس وجود جذور العائل من إختلاف تركيز H_2O_2. تعمل جزيئات H_2O_2 على سطح خلايا العائل كمواد أساس مساعدة وتؤدي إلى التحرير التأكسدي لجزيئات Benzoquinone xenognosins من جدران خلايا العائل حيث يحصل منحدر تركيز لهذه الجزيئات إنطلاقا من جذر العائل ومؤشرا اليه. وهذه المواد هي محفزة لتكوين الممصات (شكل2.3)(Keyes *et al.*,2001).

تبقى بذور النبات الطفيلي *Striga* ساكنة لحين تعرضها لمحفزات الإنبات الصادرة من العائل بشكل جزيئات Strigolactones. ثمة سؤال يبدو منطقيا، لماذا ينتج النبات العائل محفزات لإنبات بذور النباتات الطفيلية وهي ضارة له ؟ الجواب أن إنتاج النبات لهذه المواد وغيرها والتي يستفيد منها النبات الطفيلي وربما المسببات المرضية الأخرى ليس القصد منها إسداء خدمة للمسببات المرضية بل أنها ذات فوائد للنبات نفسه أو لأحياء أخرى نافعة له. فمادة Strigolactones تعمل كمحفز لتفرع الخيوط الفطرية لفطريات المايكورايزا الشجيرية الضرورية لنمو النبات العائل. كما أن هذه المواد و/ أو مشتقاتها تعمل كهرمونات نباتية تنظم تفرع المجموع الهوائي للنباتات العائلة. المسألة إذا أن النبات الطفيلي كما تفعل على نحو مماثل بعض المسببات المرضية الأخرى يتعرف على هذه المواد الملازمة لنمو النبات العائل(-Gomez Roldan *et al.*, 2008; Umehara *et al.*, 2008 ; Akiyama *et al.*,2005).

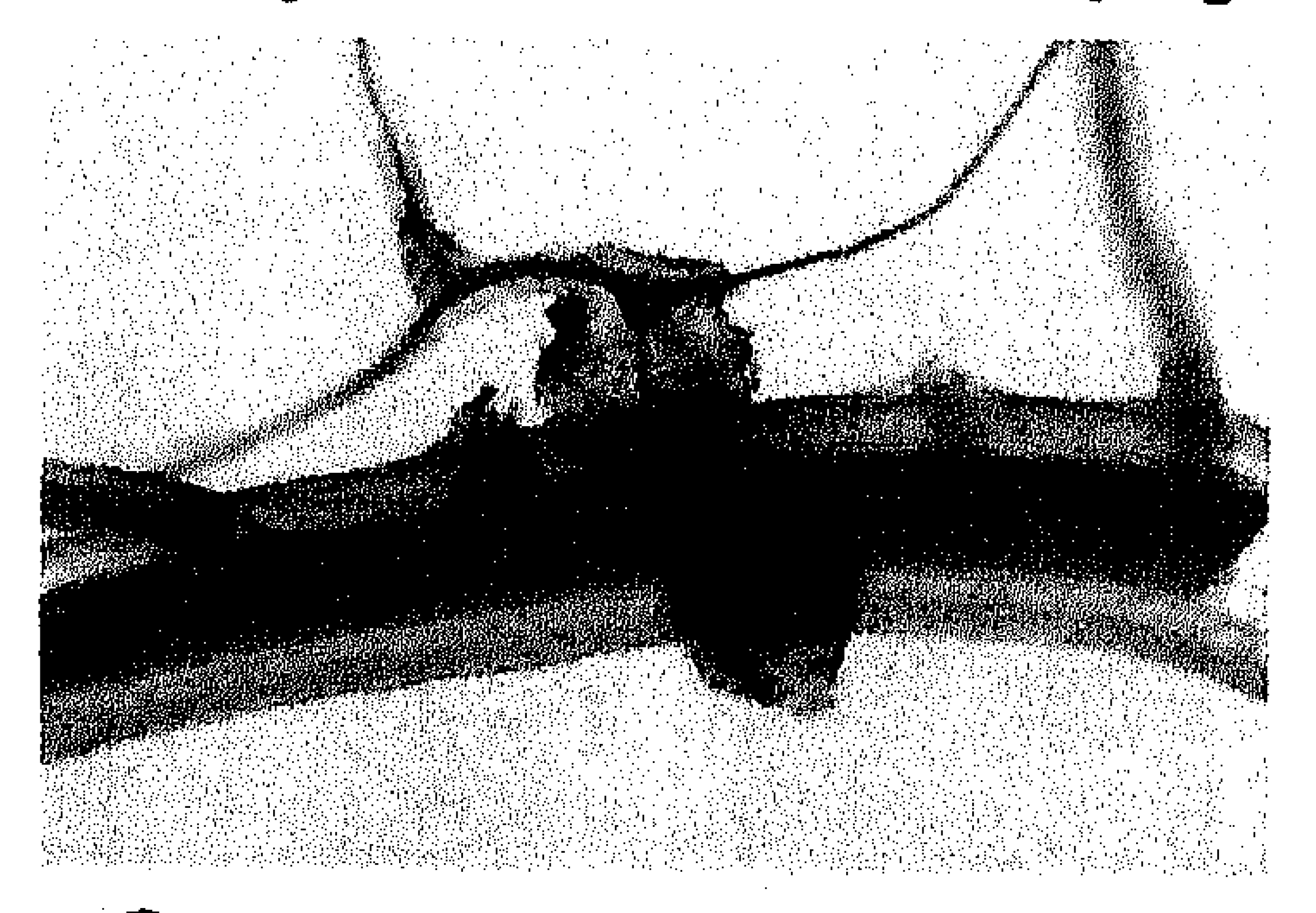
الالتصاق (Adhesion)

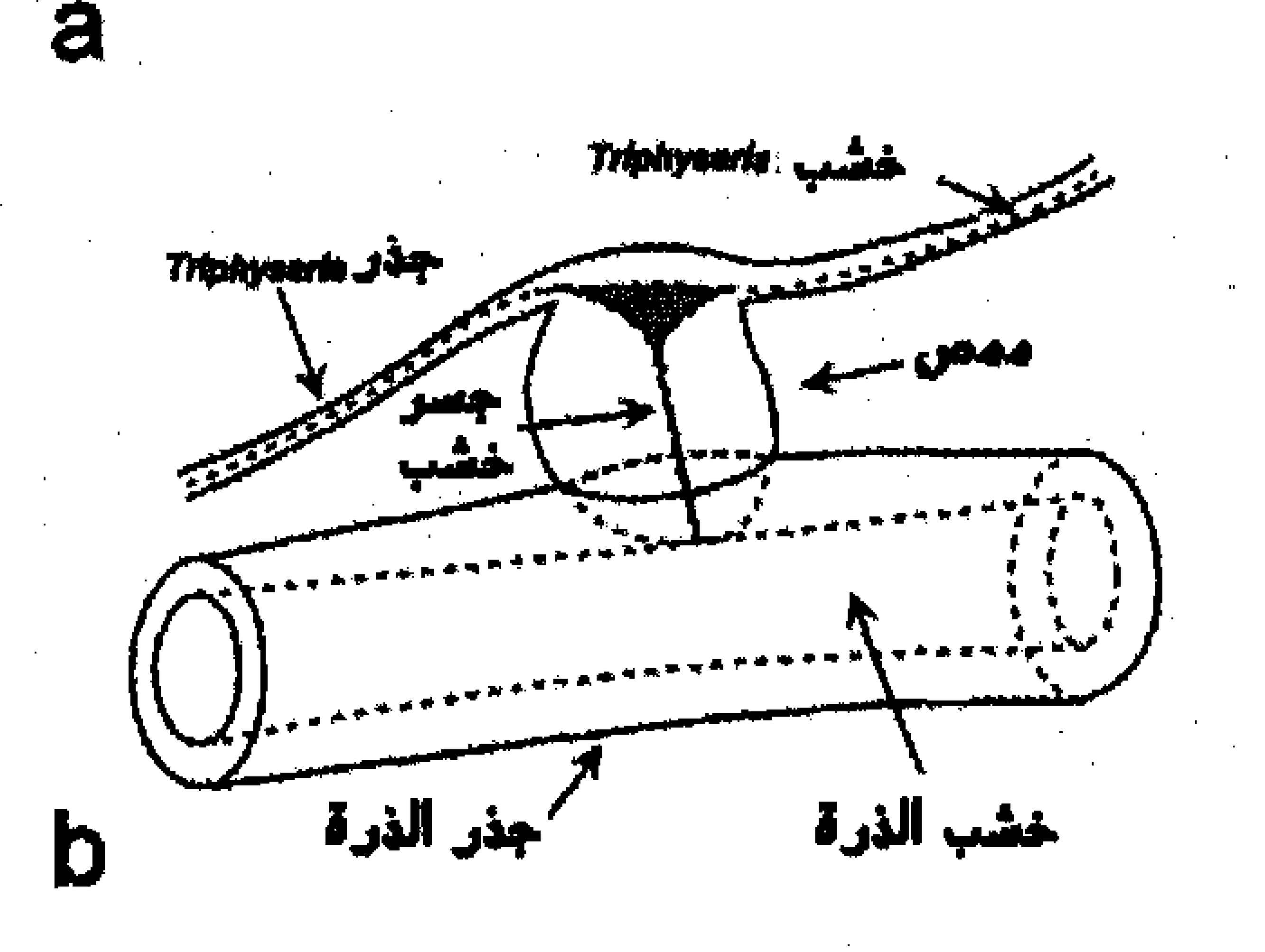
يحقق النبات الطفيلي الاتصال بجذور العائل من خلال المواد الهلامية التي تنتجها شعيرات الممص. وهذا الاتصال ليس نوعيا فهو يمكن أن يحصل مع أي سطح حتى لو كان صناعيا(Estabrook & Yoder,1998). التصاق النسيج ماقبل الممص للطفيلي بأنسجة العائل متطلب أساس لبدء الإصابة بالحامول. تماس النبات الطفيلي *Cuscuta reflexa* بسطح نبات الطماطة تحفز التعبير عن البروتين *attAGP* وهو بروتين Arabinogalactan protein (AGP) في العائل في موقع التماس مع الطفيلي. البروتين *attAGP* مرتبط بغشاء الخلية ويقع على جدار الخلية. بينت التجارب وجود علاقة بين مستوى تكوين هذا البروتين وقوة الالتصاق بالعائل. فعند تخفيض مستوى التعبير عن

هذا البروتين تنخفض بشكل معنوي قوة التصاق الطفيلي بالنبات. يستنتج الباحثون أن النبات الطفيلي *C. reflexa* يرسل إشارة تحفز تكوين نبات الطماطة للبروتين *attAGP* لكي يوطد التصاقه بالنبات(Albert *et al.*,2006).

الاختراق (Penetration)

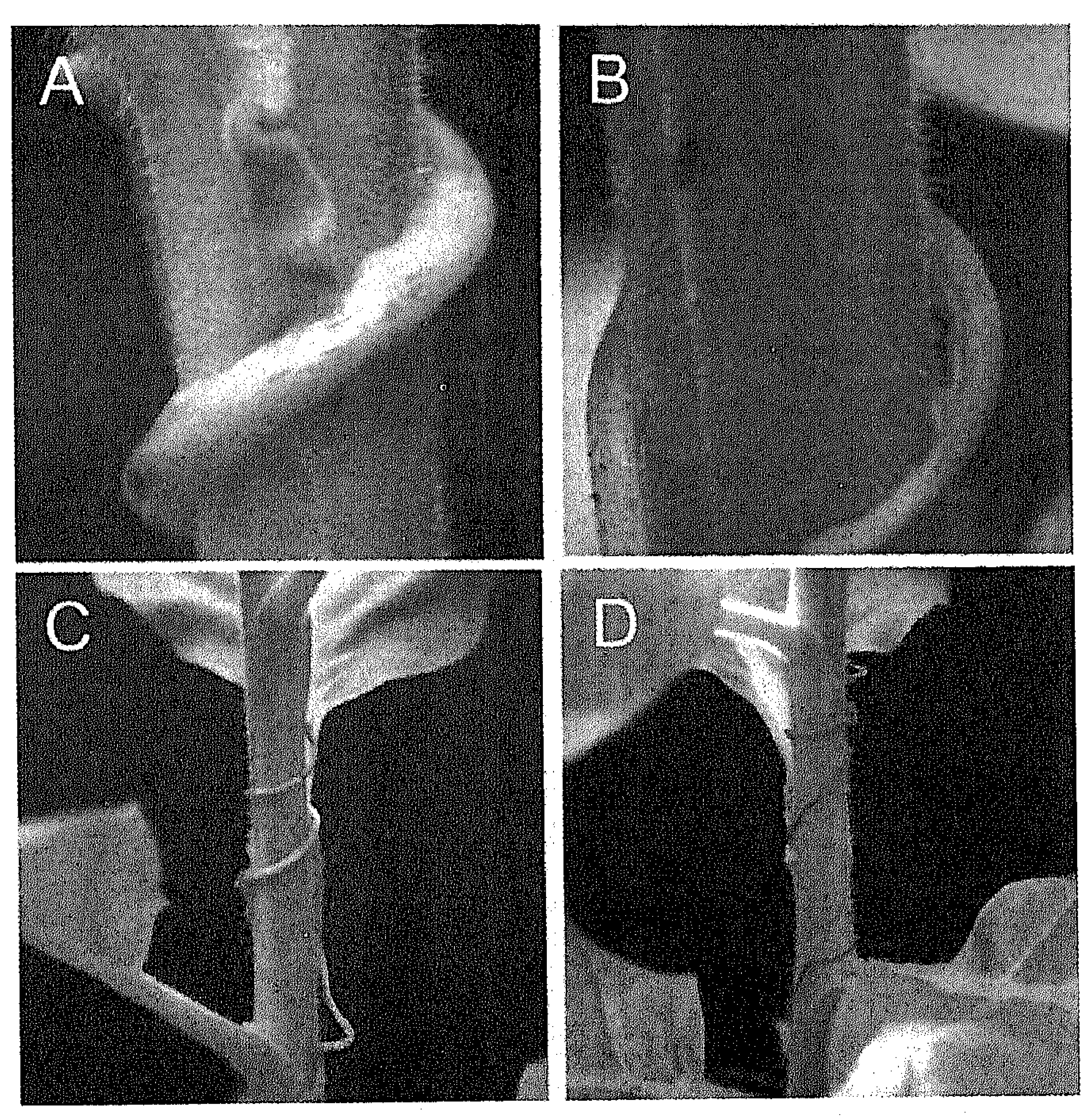
بعد تحقيق التماس والالتصاق، يخترق الممص نسيج العائل بواسطة القوة الميكانيكية الناتجة عن نمو الممص والتي تتوضح من وجود خلايا نباتية مهشمة للعائل في منطقة الممص والنشاط الإنزيمي الهاضم لجدران الخلايا النباتية. إن مساهمة الإنزيمات المحللة التي ينتجها النبات الطفيلي تظهرها بعض الدراسات التي تبين ان فعالية الإنزيم exo-1,4-β-d-glucosidase تزداد 50 ضعفا وإنزيم Xylanase يزداد 100 ضعفا وإنزيمات Pectin pectylhydrolase وPolygalacturonase تزداد 2 إلى 4 اضعاف في انسجة الممصات للنبات الطفيلي *Cuscuta reflexa* مقارنة بالأنسجة المحيطة بها. يسهم الهضم الإنزيمي الذي تقوم به إنزيمات الممصات في تحرير مزيدا من جزيئات HIFs، المحفزة لتكوين ممصات جديدة، من جدران خلايا خلايا العائل





شكل 2.4 : ممص متصل بجذر نبات الذرة. (a) نمي النبات الطفيلي *T. versicolor*مع الذرة في اصص لمدة شهرين بعدها غسلت الجذور ونظفت من التربة وثبتت بمزيج FAA. الجذور المرتبطة بممصات رشحت وروقت من خلال وضعها في حامض الخليك 75 % وعقمت بالأتوكليف لمدة 15 دقيقة. الجسر الخشبي يكون داخليا بالنسبة للمص وثمة ممص ثاني متصل بالجانب السفلي من جذر الذرة. (b) رسم تخطيطي يوضح الصورة في (a) عن : (Estabrook & Yoder,1998)

وهذا ما يتوضح مع النبات الطفيلي .*Triphysaria* sp حيث تتجمع ممصاته حول جذور الذرة عند تنميتهما معا في الأصص لبضعة اسابيع(& Estabrook Yoder,1998) (شكل2.4). ويمكن أن تستخدم الإنزيمات المحللة Pectin methylesterase وPolygalacturonase وEndocelullase من قبل النباتات الطفيلية كما في حالة أنواع *Orobanche* للمساعدة في عملية الاختراق(Hurtado,2004 ; Losner-Goshen *et al.*,1998).



شكل 2.5 : النبات الطفيلي ***Cuscuta reflexa*** على التبغ. الطفيلي يحقق تماس ناجح مع ساق النبات غير المعامل(A وC) ويفشل في ذلك عند المعاملة بمحلول الببتيد

عن : (Bleischwitz *et al.*,2010)

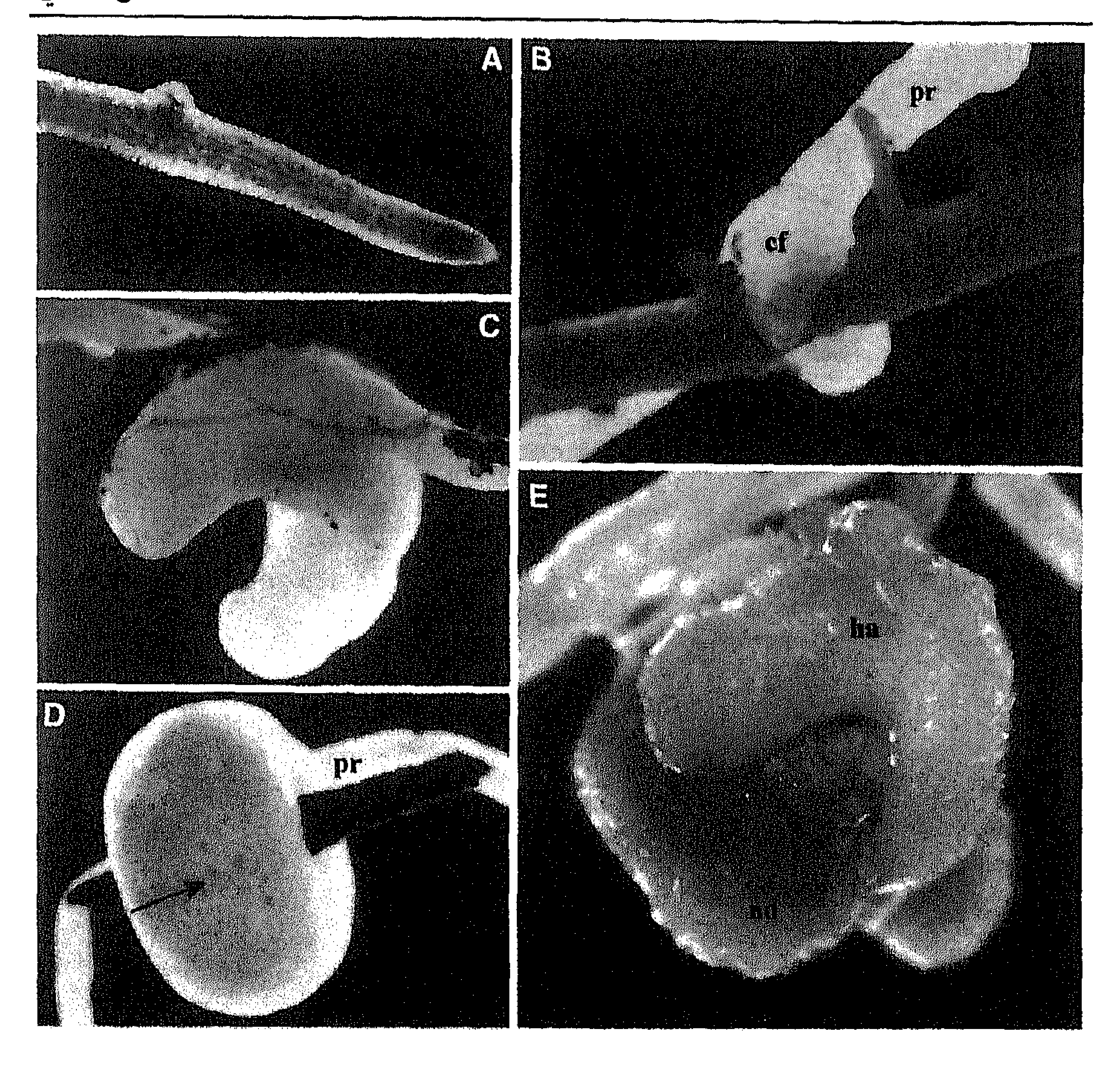
هذه الإنزيمات المحللة تستخدم من قبل العائل كوسيلة دفاعية ضد المسببات المرضية واخرى تستخدم من قبل المسببات المرضية كوسيلة تساعد على الاختراق.

للنبات الطفيلي *Cuscuta* جين يشفر لإنزيم سيستئين بروتيز هو Cuscutain يساعد على اختراق الطفيلي. ينتج الطفيلي الإنزيم وببتيد مثبط له ويوجه نحو خارج الخلية المنتجة. يتحفز نشاط الجين من خلال تماس الطفيلي مع سطح العائل وينشأ تدرج في تركيز الببتيد المثبط حيث يكون عاليا في خلايا الطفيلي ويقل تدريجيا باتجاه سطح العائل وبذلك يحمي الطفيلي خلاياه من النشاط المحلل للبروتيز بينما ينشط في منطقة تماسه بنسيج العائل ما يساعد على تفكيك جدران الخلايا وتسهيل الاختراق. كما أن وجود المواد البكتينية في نسيج الممص يساعد ايضا على توفير حماية إضافية ضد عمل الإنزيم. استخدام محلول مائي للببتيد برشه على النبات الملقح بالطفيلي خفض تكوين الممصات بنسبة 40 % والإصابة من 65 إلى 15 %.

ويبدو أن الإصابة بالطفيلي تتطلب عددا أصغريا معينا حيث أن الطفيلي مات في هذه التجارب (شكل2.5). وينتج النبات الطفيلي *Orobanche* إنزيمات مماثلة تساعد في اختراق العائل (Bleischwitz *et al.*,2010).

إذا كان النموذج العام لتكوين واختراق الممص لأنسجة العائل يعتمد نظام الاختراق المباشر الذي تستخدمه الفطريات بتكوين بروز اختراق مدبب، ثمة نموذج آخر لاختراق نسيج العائل يعرضه النبات الطفيلي شجرة عيد الميلاد الأسترالية *Nuytsia oribunda* حيث يتم تطويق جذر العائل بواسطة الممص وقطعه بواسطة تركيب سكلرنكيمي حاد قوي يشبه القرن ومن ثم إدخال نسيج الطفيلي ليخترق نسيج خشب العائل حيث يكوّن تركيب شبيه بالبالون ينحشر في فراغ أوعية الخشب المقطوعة (شكل2.6).

العصير الخلوي لنسيج الممص يكون ذا سالبية أكبر من عصير نسيج الطفيلي ما يمكنه من الحصول على الماء والعناصر الغذائية التي يوصلها إلى تيار النسغ الصاعد للطفيلي (Calladine & Pate,2000).



شكل 2.6 : ممصات النبات الطفيلي *Nuytsia* مصورة بالمجهر المعتم المجال. A : بادئة ممص مخروطي ينمو على جذر حديث. B : المرحلة المبكرة من تكشف الممص يظهر إلتفاف النسيج (cf) بما يشبه إصبعين متقابلين تنشأ من جذر الطفيلي (pr) لتحيط جذر العائل. C : ممص حديث حيث أزيل جذر العائل قبل تصويره. D : مص متكون حول قطعة خشبية. لاحظ التحام نهايتي نسيج الممص(سهم) على الجانب البعيد من جذر الطفيلي (pr). E : ممص غير طبيعي (ha) متكون على عقدة جذرية للنبات البقولي *Acacia Cyclops* يفشل في الوصول إلى النضوج. الخطوط (A وB) = 1 ملم، (C) = 1.3 ملم، (D) = 4.4 ملم، (E) = 1.6 ملم

عن : (Calladine & Pate,2000)

الإصابة (Infection)

الإصابة في حالة الفطريات والبكتريا هي المرحلة التي تلي الاختراق وتتضمن توطيد الصلة الغذائية وتحقيق قدر من النمو مع ما يتطلبه الأمر من تحييد أو تثبيط دفاعات العائل التي تعيق تحقيق هذه الأهداف. في حالة النباتات الطفيلية يحدث المبدأ نفسه لكن بشكل يتناسب وطبيعة المسبب المرضي الذي هو نبات له أعضاء معقدة ومتميزة. بعض المسببات المرضية الأخرى تستخدم رفع حالة الأكسدة لأنسجة العائل عن طريق تكوين جذور الأوكسجين الفعالة ROS من أجل إضعافها أو قتلها تسهيلا لاختراقها أو غزوها. وهكذا فإن تكوين ROS هي أحدى آليات مهاجمة العائل. بين (Mor *et al.*,2008) أن النبات الطفيلي *O. aegyptiaca* يصدر جزيئات ROS إلى انسجة العائل عن طريق نشاط الإنزيم Peroxidase في منطقة طرف الجذر المخترق كي يلين الأنسجة للمساعدة في اختراقها.

من اجل توطيد الصلة التشريحية لانسجة الطفيلي الناقلة مع الأنسجة الناقلة للعائل، والتي هي متطلب أساسي للحصول على الماء والعناصر الغذائية، يقوم الطفيلي بسحب وتركيز هرمونات النبات (الأوكسينات) المطلوبة في توجيه النمو المستقطب للأنسجة الناقلة في منطقة اتصال الأنسجة بين العائل والطفيلي من أجل تحقيق الاندماج النسيجي. هنا تسلك أنسجة الطفيلي سلوك الجذر وليس سلوك المجموع الهوائي(Bar-Nun *et al.*,2008).

من البديهي أن تتضمن عملية الإصابة بالنباتات الطفيلية كما في المسببات المرضية الأخرى تنشيط جينات الطفيلي التي تسهم في توفير الإنزيمات والبروتينات والمركبات التي تساعد على تحقيق الإصابة وتعطيل دفاعات العائل. جزء من هذه العملية توضح في دراسة إصابة النبات البقولي النموذجي *Lotus japonicas* الذي هو عائل للنبات الطفيلي *Orobanche aegyptiaca* وغير عائل للنبات الطفيلي *Striga hermonthica* كمقارنة. خلال عملية الإصابة يتم تنشيط جينات تكوين العقد في حالة *O. aegyptiaca* كما يتم تنشيط 19 جينا من بين 48 جينا ذات علاقة بالإمراضية بينما تنشط 5 جينات فقط من بين 48 جينا في حالة النبات الطفيلي غير الضاري *S. hermonthica* خلال اليوم الأول من الإصابة. تؤدي الإصابة بالطفيلي الضاري *O.*

aegyptiaca إلى زيادة التعبير بشكل جهازي في النبات العائل عن 4 جينات بضمنها تلك المسؤولة عن تثبيط Trypsin protease. هذا لا يحصل في حالة الإصابة بالنبات الطفيلي غير الضاري *S. hermonthic* كون النبات ليس عائلا له (Hiraoka *et al.*,2009).

نضج الممص (**Haustorium Maturation**)

بعد اختراق الممص لأنسجة الجذر يستمر بالتوسع من خلال إنقسام وتوسع خلايا القشرة وتكوين جسر خشبي (Xylem Bridge) يربط عناصر الخشب لجذر الطفيلي مع مثيلاتها للعائل (شكل2.4). إن عناصر الخشب للطفيلي تنشا نتيجة تمايز خلايا القشرة في طرف الممص وتمتد نحو جذر الطفيلي عند إندفاعها نحو جذر العائل والتماس معه تحديدا. هذا ينتج بسبب تحفيز مواد إشارية من العائل. بعد تكوين الجسر الخشبي تبدأ عملية نقل المواد الغذائية بإتجاه واحد من النبات العائل إلى النبات الطفيلي. المواد المنقولة تشمل الماء والعناصر المعدنية والاحماض الأمينية والكاربوهيدرات وغيرها من الجزيئات الكبيرة. مع ذلك يمكن ان تبدأ ردود الفعل المقاومة ما بعد الغزو عبر الجزيئات الإشارية المتبادلة. فالنبات الطفيلي *S. gesnerioides* مثلا يمكن ان يخترق قشرة جذر نبات اللوبياء B301 المقاوم ويقيم جسور خشبية لكنه يفشل في التطور اللاحق والنمو(Estabrook & Yoder,1998).

من خلال مقارنة مكونات عصير الخشب للنباتات العائلة المتوطنة مع نظيراتها في ممص النبات الاختياري التطفل *Santalum acuminatum*، تبينت المعطيات التالية : كل عائل ينقل مذابات نتروجينية عضوية خاصة به ولكن بدون أو مع القليل من النترات وجريان مباشر محدود للمركبات الأمينية بين نسغ خشب العائل والطفيلي. الحامض الأميني برولين يسود في ممص وخشب النبات الطفيلي لكنه يكون بتراكيز تهمل في خشب معظم النباتات العائلة. السكروز والفركتوز والكلوكوز وحامض الماليك والستريك توجد بتراكيز عالية في جميع النباتات لكن الفركتوز تركيزه مرتفع في النبات الطفيلي. الكلوريد والكبريتات والفوسفات هي الأيونات السالبة اللاعضوية في الخشب. النبات الطفيلي يحصل على ثلث إحتياجاته من الكاربون من خشب

العائل. ويحصل الطفيلي على 40 – 80 % من إحتياجاته من النتروجين بشكل برولين من العائل. ثمة نشاط لإنزيم Nitrate reductase في الممص بعد الحصول على النترات من العائل. يلعب الممص في النبات الطفيلي *Santalum* دورا رئيسا في تخليق وتصدير البرولين وبذلك يؤدي دورا مهما في ضبط الجهد الأزموزي للطفيلي وما يتبعه من اكتساب الماء من العائل(Tennakoon *et al.*,1997).

مقاومة النبات للإصابة

Resistance of Plant to Infection

إن مقاومة النبات ضد الإصابة بالنباتات الطفيلية عملية معقدة نتجت عن مراكمة العديد من الجينات خلال عمليات التآثر المتبادل بينه وبين الطفيلي. وحيث ان النبات يتغير بإستحداثه آليات مقاومة جديدة، يطور النبات الطفيلي آليات إمراضية وضراوة جديدة خلال عملية سباق التسلح كما هو الحال مع المسببات المرضية الأخرى (Fernández-Martínez *et al.*, 2000; Román *et al.*,2002).

في مقاومة الإصابة بالنباتات الطفيلية، تستخدم النباتات ستراتيجية تتألف من ثلاثة خطوط دفاعية : خط الدفاع الأول يتمثل بعدم تحفيز إنبات البذور كما هو الحال ضد نبات الهالوك. خط الدفاع الثاني يتركز حول منع أو تثبيط اختراق أنسجة العائل وتحقيق الصلة مع الأنسجة الوعائية وخط الدفاع الثالث يحصل لإفشال نمو الطفيلي وانتشاره (Castillejo *et al.*,2009).

1 . عدم تشجيع التلقيح

في مجال عدم أو قلة تكوين جذور العائل لمحفزات إنبات بذور النباتات الطفيلية، ثمة عدد من أصناف البقوليات وعباد الشمس في حالة *Orobanche* والذرة البيضاء والذرة في حالة *Striga*. كما تتم الاستفادة من قدرة بعض النباتات على إفراز مثبطات إنبات البذور أو انخفاض إنتاج عامل تحفيز تكوين الممصات في حالة *Striga* و*Tryphisaria*. وتتم الاستفادة أيضا من بعض الصفات المظهرية الفسلجية كتكوين مجموع جذري صغير أو نمو الجذور إلى أعماق أكبر ما يقلل من فرص إصابة النبات.

2 . المقاومة قبل تكوين الممصات

بعد نجاح النبات الطفيلي من تحقيق التلقيح، في النباتات المقاومة يحصل تلون داكن في النسيج حول نقطة اتصاله بالجذر. هذا يمكن ان يحصل بتكرارية اقل في النباتات الحساسة. يمكن إيقاف محاولة الطفيلي كما في حالة الهالوك من تكوين خلايا الاختراق في 3 مواقع : الأول في منطقة القشرة والثاني في البشرة الداخلية والثالث في الإسطوانة المركزية. في جميع الحالات تؤدي ردود الفعل هذه إلى تلون النسيج وإفشال تطور بادرة الطفيلي لكن آليات المقاومة تكون مختلفة.

آلية المقاومة في منطقة القشرة تعتمد على تقوية جدران الخلايا بواسطة البروتينات الرابطة وترسيب الكالوس وسوبرة جدران الخلايا وفي بعض الحالات تكوين مركبات فينولية سامة في منطقة الجوار البلازمي. في منطقة البشرة الداخلية، المقاومة تعتمد أساسا على لكننة جدران خلايا البشرة الداخلية والدائرة المحيطية. أما في منطقة الإسطوانة المركزية فلا يحصل تقوية لجدران الخلايا بل تكوين مركبات فينولية سامة يشير اليها إنبعاث وميض من أوعية الخشب والخلايا المحيطة.

3 . المقاومة ما بعد تكوين الممصات

عند نجاح الطفيلي في تحقيق الاختراق وتكوين الممص يصبح في حالة تكامل مع النبات العائل من خلال إندماجه مع الأنسجة الناقلة للعائل. عدم قدرة الطفيلي على النمو وتكوين النورة الزهرية يشير إلى وجود مقاومة.

هذه المقاومة تعتمد على تكوين مواد جيلية وصمغية تغلق أوعية العائل ما يعيق تمكن الطفيلي من النمو والحصول على الماء والمواد الغذائية المطلوبة. مثل هذه الآلية تعمل ضد الفطريات والبكتريا المسببة لأمراض الذبول. كما تستخدم المركبات الفينولية السامة المثبطة لنمو الطفيلي.

يبدو أن آليات مقاومة النباتات للإصابة مشابهة لتلك الموجهة ضد الإصابة بالمسببات المرضية الأخرى. فهي تشمل تكوين المركبات المضادة كالفايتوالكسينات (Serghini *et al.*, 2001; Fan *et al.*,2007) والإنفجار التأكسدي بتنشيط الإنزيمات المؤكسدة مثل البيرواكسيديزات (Goldwasser *et al.*, 1999; Pérez-de-Luque *et al.*,

2005a) وترسيب الكالوس وتقوية جدران الخلايا بلكننتها خصوصا في منطقة البشرة الداخلية(Goldwasser *et al.*, 1999; Pérez-de-Luque *et al.*, 2005b) وتكوين البروتينات المرتبطة بالإمراضية وإغلاق أوعية الخشب بتكوين مواد جيلية وتغيير المسارات الأيضية(Joel & Portnoy,1998 ; Lozano-Baena *et al.*,2007).

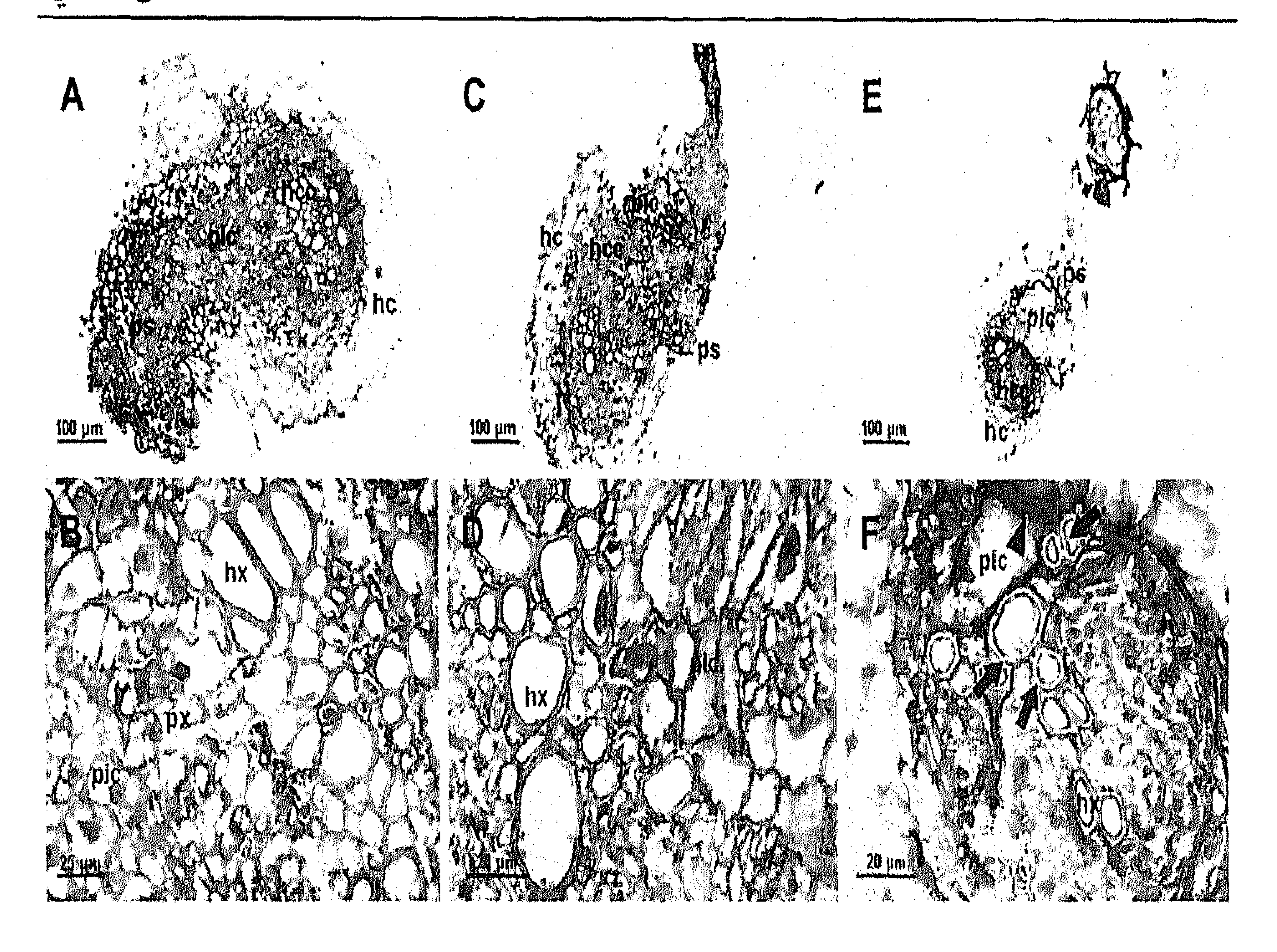
أوضح (Echevarría-Zomeño *et al.*,2006) أن مقاومة نبات عباد الشمس لطفيلي الهالوك نوع *Orobanche cumana* تتضمن سوبرة وتكوين بروتينات رابطة في جدران خلايا النبات لتوفير الإعاقة الميكانيكية ضد اختراق جذير الطفيلي وتكوين مركبات فينولية مضادة.

مع وجود مفاهيم مسبقة عن آليات مقاومة النباتات للمسببات المرضية المختلفة والتي يمكن ان تكون مماثلة لما يحصل ضد النباتات الطفيلية وهذا يسهل الدراسة، فإن التشابه الكبير بين النباتات الطفيلية والنباتات العائلة كونهما يعودان إلى المملكة الأحيائية نفسها ويشتركان في الكثير من الخواص المظهرية والفسلجية يعقد كثيرا من دراسة آليات المقاومة. لذلك كثيرا ما يلجأ الباحثون في هذا المجال إلى استخدام الطرق الكيموخلوية والجزيئية لتحقيق هذا الغرض.

تظهر الدراسات النسيجية للإصابة والمقاومة بطفيلي الهالوك نوع *Orobanche crenate* على جذور الصنف الحساس أو المقاوم لنبات الجت *Medicago truncatula* أن ثمة مقاومة مبكرة وأخرى متأخرة.

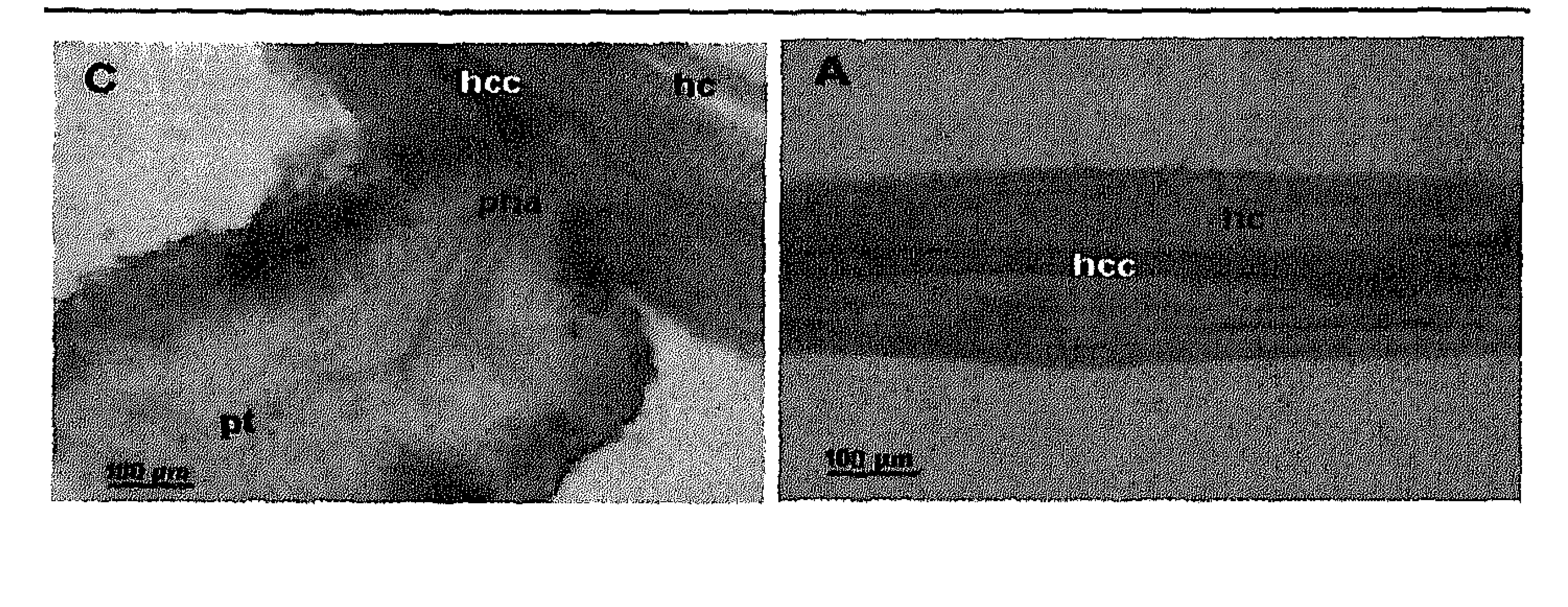
في المقاومة التي يظهرها الخط الوراثي المقاوم SA27774، الطفيلي يموت قبل تكوينه للعقد (شكل2.7).

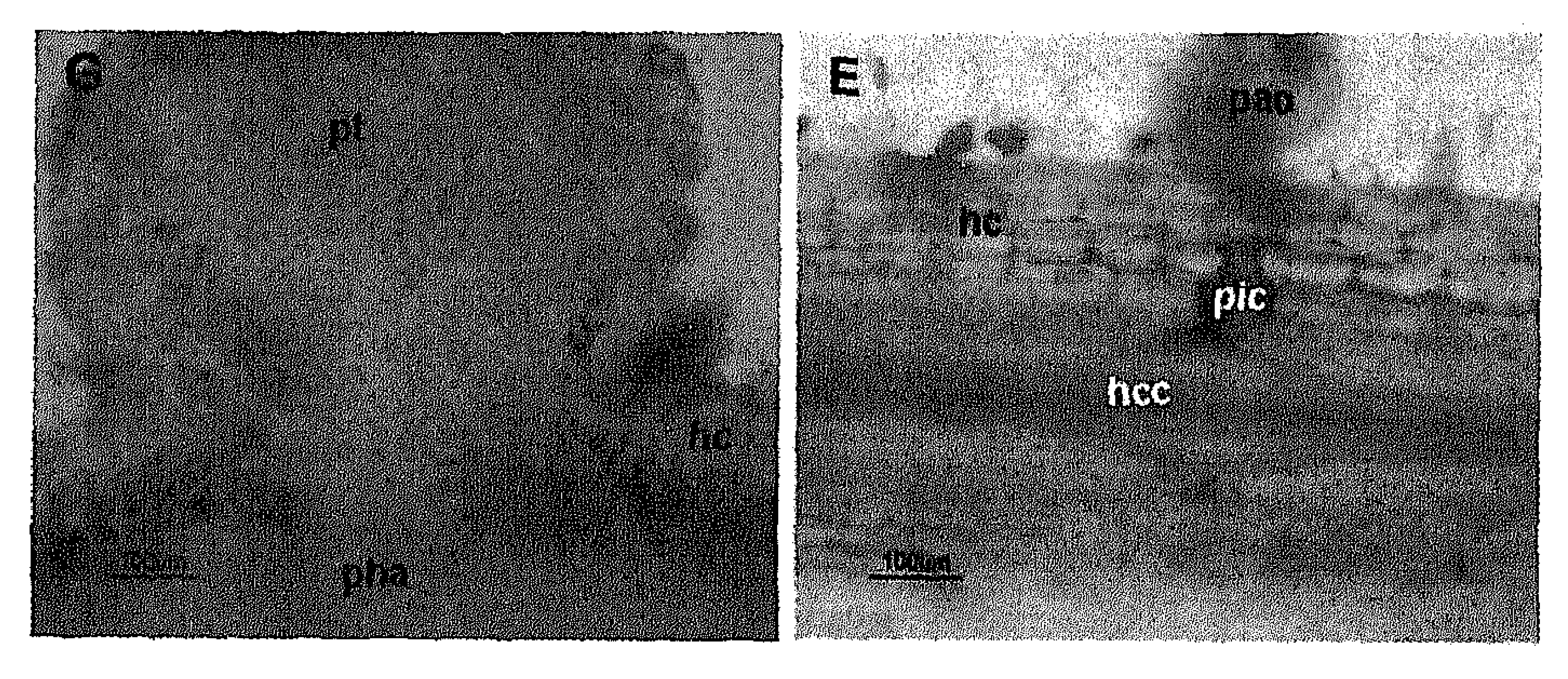
أما المقاومة المتأخرة التي يظهرها الخط الوراثي المقاوم SA4327 فتحصل بعد الإصابة حيث ينجح الطفيلي في اختراق جذر العائل وتكوين صلة طفيلية وعقد لكن هذه العقد تصبح داكنة اللون وتموت قبل البزوغ(Lozano-Baena *et al.*,2007) (شكل2.8).



شكل 2.7 : مقاطع مصبوغة بـ TBO. A : مقطع عرضي لإصابة ناجحة بالطفيلي *Orobanche crenate* على السلالة الحساسة لنبات الجت *Medicago truncatula*. B : تفاصيل A تظهر الإسطوانة المركزية وأوعية الخشب للعائل في تماس مع خلايا الطفيلي حيث تبدأ بعض أوعية خشب الطفيلي بتكوين اتصالات مع أوعية العائل. C : مقطع عرضي تظهر اختراق بادرة النبات الطفيلي للعائل.D : تفاصيل C تظهر الإسطوانة المركزية وأوعية خشب العائل وهي في تماس مع خلايا الطفيلي. E : مقطع عرضي تظهر الاختراق غير الناجح للطفيلي على صنف مقاوم من النبات *M. truncatula*. F : تفاصيل E تظهر تثخن جدران خلايا الخشب(سهام) وهي في تماس مع خلايا الطفيلي وتراكم مادة داكنة الصبغة(رؤوس سهام). Ps : بادرة الطفيلي، pic : خلايا الاختراق للطفيلي، hc : قشرة العائل، hcc : الإسطوانة المركزية للعائل، hx : أوعية خشب العائل، px : أوعية خشب الطفيلي

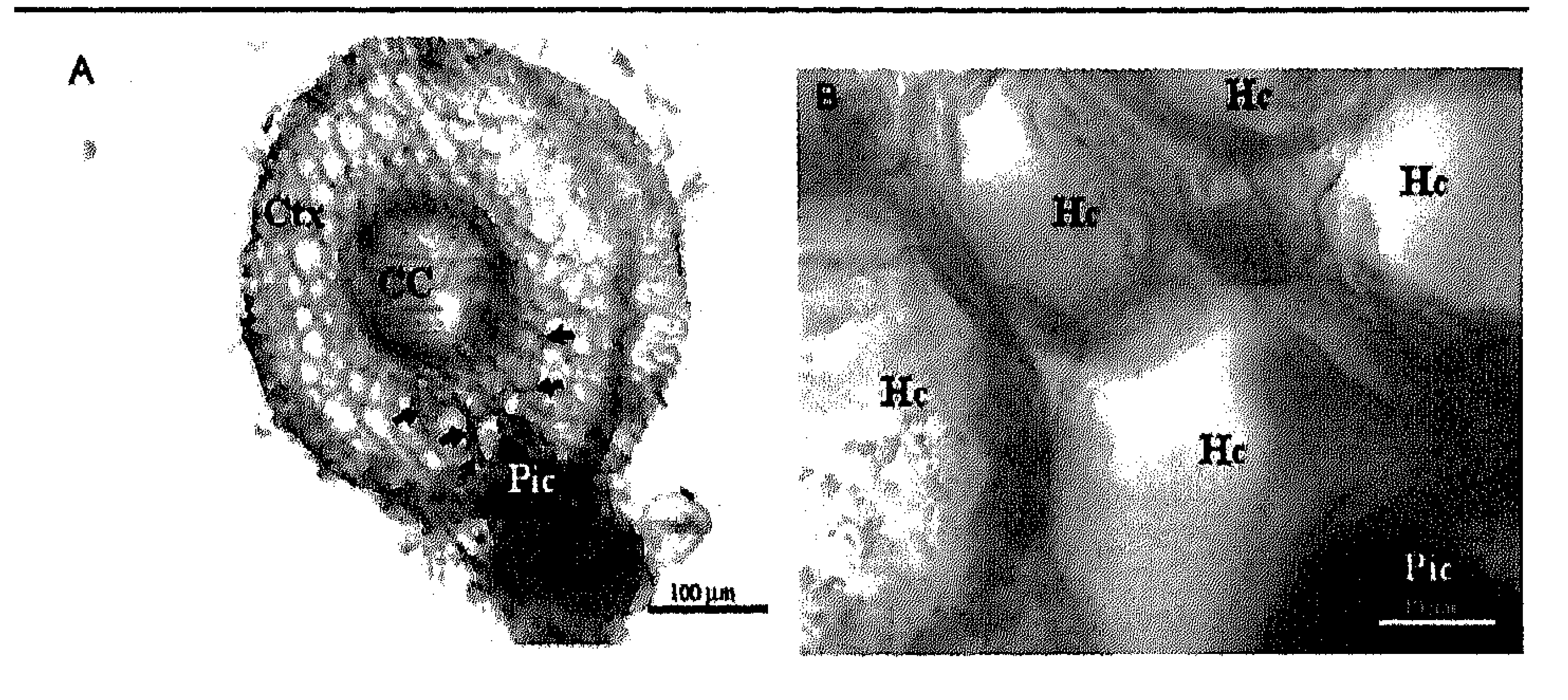
عن : (Lozano-Baena *et al.*,2007)

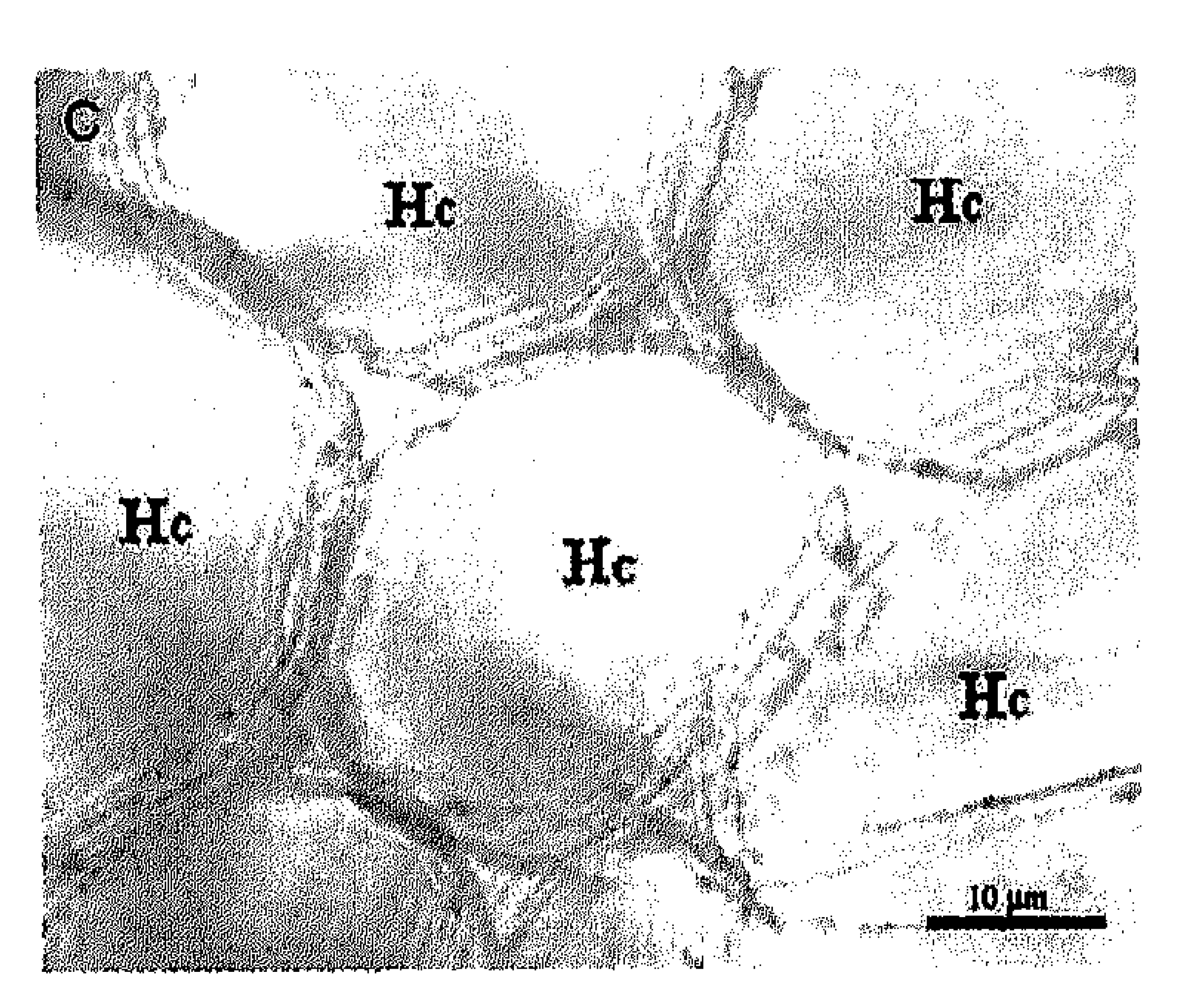




شكل 2.8 : A : مقطع طولي في جذر نبات الجت *Medicago truncatula* غير مصاب . C : مقطع طولي في جذر نبات الجت الحساس مصاب بالطفيلي *Orobanche crenate* حيث يكون عقدة. E : مقطع طولي يبين اختراق غير ناجح لبادرة الطفيلي على جذر الصنف المقاوم لنبات الجت. G : مقطع عرضي في عقدة الطفيلي المسودة على الصنف المقاوم من الجت. hc : قشرة العائل، hcc : الإسطوانة المركزية للعائل، pha : ممص الطفيلي، pt : عقدة الطفيلي، pao : عضو التصاق الطفيلي، pic : خلايا الاختراق للطفيلي

عن : (Lozano-Baena *et al.*,2007)





شكل **2.9** : (A) مقطع عرضي في العلاقة غير التوافقية بين الطفيلي الهالوك *Orobanche Crenata* ونبات البزاليا معامل بصبغة Coomassie blue بعد المعاملة بـ SDS. السهام تشير إلى البروتينات الرابطة على جدران خلايا العائل. (B) تفاصيل شكل (A). (C) تفاصيل (A) يظهر خلايا العائل الطبيعية بدون البروتينات الرابطة. CC = الإسطونة المركزية، Ctx = القشرة، Pic = خلايا الاختراق للطفيلي، Hc = خلية العائل

عن : (Pérez-de-Luque *et al.*,2006)

وعلى نبات البزاليا المقاومة، أظهرت الدراسات الكيموخلوية أن الطفيلي *O. crenate* يوقف في قشرة جذر العائل قبل أن يصل إلى الإسطوانة المركزية. ذلك يترافق مع تراكم H_2O_2 وإنزيمات بيروكسيديز والكالوس في الخلايا المجاورة. كما

يظهر أن الربط العرضي للبروتين في جدار خلية العائل من الوسائل الدفاعية العائقة لاختـراق الطفيلـي. وتبـين أن التعبيـر عـن الجينـات المسـؤولة عـن β-glucanase وبيروكسيديز يكـون مختلفـا فـي النباتـات المقاومـة للطفيلـي(Pérez-de-Luque *et al.*,2006) (شكل2.9).

من المعـروف أن Salicylic acid (SA) يعمـل كجزيئة إشارية تحفـز المقاومـة المكتسبة الجهازية (SAR) (Systemic Aquied Resistance) ضد المسببات المرضية الفطريـة والبكتيريـة والفايروسـية. ويعمـل المركـب الشـبيه لــ SA وهـو S-methyl benzo[1,2,3]thiadiazole-7-carbothioate (BTH) تـأثيرا ممـاثلا(Vallad & Goodman, 2004; Anand *et al.*, 2008; Attaran *et al.*, 2009; Du *et al.*, 2009). كمـا يعمـل المركـب (JA) Jasmonic acid كناقـل إشـاري فـي SAR ولكـن بطريقـة مختلفة(Truman *et al.*,2007 ; Chern *et al.*,2008). بينت الدراسات أن نقع بذور عباد الشمس بمحلول المركب BTH خفض عدد اتصالات النبات الطفيلي الهالوك نـوع *Orobanche Cumana*. إضافة محلول BTH إلى التربة أعطى نتائج مشابهة مع الهالوك نوع *O. ramose* على نبات التبغ و*O.cumana* على عباد الشمس. كما ان رش محلول BTH على أوراق نبات البزاليا خفض اتصالات النبات الطفيلي *O. crenata*. استخدام محاليل SA أو BTH على جذور نبات النفل *Trifolium pretense* خفض إصابة جذور هذا النبات بالطفيلي *O. minor* بنسبة تزيد عن 75 %. استخدام Methyl Jasmonate (MeJA) أو n-propyl dihydrojasmonate (PDJ) بطريقة مماثلة لم يؤثر على معدل الإصابة بالطفيلي. تخفيض الإصابة بواسطة SA أو BTH يرجع إلى تثبيط إستطالة جذير الطفيلي وتحفيز الإستجابات الدفاعية للعائل بضمنها لكننة خلايا البشرة الداخليـة للجـذور. وهكـذا يسـتنتج البـاحثون إلـى أن SA ولـيس MeJA مـن يحفـز SAR(Kusumoto *et al.*,2007). المعـروف أن MeJA يحفـز مـع هرمـون الأثيلـين والسكريات الدهنية المقاومة الجهازية المستحثة (Induced Systemic Resistance) ضـد المسـببات المرضـية(Pal & Gardener,2006). كمـا أن اسـتخدام المركـب Prohexadione-calcium وهو مثبط لتخليق هرمون الجبريلين ويسبب تراكم المواد الفينولية يحفز مقاومة عباد الشمس ضد الطفيلي *O.cumana*(Fan *et al.*,2007).

مقاومة محاصيل البقوليات للهالوك من نوع *O. crenata* تكون متعددة الجينات وضعيفة التوارث جدا ما يصعب من مهمة برامج التربية والتحسين(Rubiales,2003).

تشخيص النباتات المقاومة

Identification of Resistant Plants

ثمة عدد من الطرق الكيمونسيجية التي يمكن استخدامها في دراسة المقاومة وتحديد آلياتها تجاه الطفيليات المتطفلة على الجذور. يمكن دراسة المقاومة خارج الجسم الحي بوضع الجذور المصابة بالطفيلي في طبق بتري ومتابعة تطور الإصابة بمراحلها المختلفة. يمكن تثبيت الجذور المصابة في محلول FAA (Ethanol 50% +Formaldehyde 5% + Gglacial Acetic Acid 10%, H_2O) لمدة 48 ساعة واالطمر بالبارافين ومن ثم عمل مقاطع بواسطة الميكروتوم والصبغ بصبغات نسيجية ووظيفية مختلفة والفحص بالمجهر الضوئي أو المجهر الفلوريسيني.

1 . صبغة Alcian Green Safranin

صبغة عامة، تظهر الكاربوهيدرات بما فيها جدران الخلايا والمواد الهلامية باللون الأخضر أو الأصفر أو الأزرق، بينما جدران الخلايا الملكننة والمسوبرة والمحتوية على التانين فتظهر باللون الأحمر.

2 . صبغة Toluidine Blue O (TBO)

TBO 0 .05 % في بفر الفوسفات (pH 5.5) تستخدم قبل إزالة البارافين. تفيد في تحسس المركبات الفينولية والتانينات واللكنين والسوبرين.

3 . Aniline Blue Fluorochrome

تستخدم لكشف وجود الكالوس تحت وميض الأشعة فوق البنفسجية (340 - 380 ن م).

4 . Ruthenium Red

تستخدم للكشف غير المباشر لنشاط الإنزيمات المحللة للصفائح الوسطى وجدران الخلايا حيث تظهر المواد البكتينية غير المثيلية باللون الأحمر/ الوردي.

5 . كشف البروتينات الرابطة

يمكن كشف وجود البروتينات الرابطة في جدران الخلايا باستخدام طريقة (Mellersh *et al.*,2002). تقطع النماذج المثبتة يدويا وتغمر في محلول Sodium Dodecyl Sulphate (SDS) تركيز 1% لمدة 24 ساعة في درجة حرارة 80 م. تصبغ لمدة 3 - 5 دقائق بصبغة Coomassie blue (1 % في الكحول الأثيلي 40 % / حامض الخليك 10 %)، تغسل بمحلول الكحول الأثيلي40%/ حامض الخليك 10 % وتحمل بالماء على شريحة زجاجية وتفحص. المعاملة بـ SDS ستزيل معظم البروتينات الذائبة بينما تتلون البروتينات الرابطة في جدران الخلايا باللون الأزرق الغامق.

6 . كشف وجود H_2O_2 ونشاط إنزيمات Peroxidase

تغمر النماذج الطرية بصبغة 3,3-diaminobenzidine (DAB) (1ملغم /مل ماء مقطر، pH 3.8) لمدة 2–3 ساعات. تغسل النماذج بمزيج حامض اللاكتيك/كليسرول/ماء (1:1:1) لمدة ساعة. تقطع يدويا وتحمل بالمزيج على الشريحة. ظهور تلون بني داكن يشير إلى نشاط إنزيمات Peroxidase ووجود H_2O_2 في الأنسجة.

في الواقع يفضل استخدام اكثر من طريقة واحدة للتأكد من صفة المقاومة المدروسة.

الطرق النسيجية الجزيئية

Molecular Histology

مجهر التبئير الليزري الماسح

Confocal Laser Scanning Microscopy (CLSM)

هذه التقنية توفر معلومات قيمة لملاحظة الأيضات المضيئة كالمركبات الفينولية في الخلايا من النماذج الطرية وتسمح ببناء نماذج ثلاثية الأبعاد. فالتقطيع الضوئي يجنب فقدان وتحطيم المواد النسيجية التي تحصل بالتقطيع التقليدي. كما تسمح بربطها بطرق المناعة الخلوية باستخدام أجسام مضادة مرتبطة بمواد مومضة.

تحديد جين خصوصي في النسيج

Localisation of a Specific Gene within the Tissue

هذه الطريقة تتضمن التهجين في الموقع (*In Situ* Hybridisation) بجزيئات mRNA ما يسمح بدراسة التعبير الجيني تحت ظروف معينة وفي الخلايا والأنسجة تحت الدراسة. يمكن ربط هذه التقنية مع CLSM باستخدام موسمات مومضة (Fluorescent In Situ Hybridisation:FISH) التي تمكن من التحديد الدقيق للجينات المهمة المعبر عنها.

تحديد مجاميع من الجينات ضمن النسيج

Isolation of a Large Number of Genes within Tissue

تضمن هذه الطريقة استخدام عدد من التقنيات (Microarrays، RT-PCR، Proteomic، الخ.) إضافة إلى تقنية Laser Capture Microdissection (LCM). تسمح تقنية LCM لعزل وتحسس الجينات المعبر عنها في النسيج(Pérez-de-Luque *et al.*,2008 ; Castillejo *et al.*,2009).

المقاومة بواسطة الهندسة الوراثية

Resistance by Genetic Engineering

ثمة تطبيقات عديدة للهندسة الوراثية في النباتات جزء مهم فيها إيجاد أو تطوير قابلياتها الدفاعية ضد المسببات المرضية والحشرات. النباتات الطفيلية جزء مهم من المسببات المرضية وعليه فهي ليست بعيدة عن إهتمام العلماء في هذا المجال. وحيث أن الأبحاث في هندسة وراثة المقاومة ضد النباتات الطفيلية لازالت في بدايتها، فإنها تركزت على الانواع الأكثر أهمية المتمثلة بالهالوك ودغل الساحرة والحامول.

ومع أن الهندسة الوراثية تعتمد مبدأ النقل الجيني في تحقيق أهدافها، إلا أن التقانات المستخدمة والجينات المعتمدة وطرق نقلها تختلف حسب هذه العوامل والأحياء المشتركة في هذه العملية.

أحدى التقانات المستخدمة هي الإخماد الجيني المعتمد على التشابه في

تتابعات معينة بين (RNA interference (RNAi والجين المستهدف بتكوين RNA مزدوجة الشريط (double stranded RNA (dsRNA. المعروف أن النباتات الطفيلية تحصل على المواد الغذائية و/ أو الماء من النباتات العائلة وتتبادل الجزيئات معها. بينت الأبحاث الحديثة أن جزيئات mRNAs يمكن أن تنتقل بين النبات العائل والنبات الطفيلي. وهكذا تم كشف وجود 474 من المنسوخات المتحركة في نبات الحامول المتطفل على الطماطة، كذلك جزيئات mRNAs لأربعة جينات من الطماطة في الحامول المتطفل عليها. كما أن RNAi تنتقل بين النبات العائل والنبات الطفيلي. ومن خلال معرفة المسارات الايضية الأساسية والإنزيمات المفتاحية في فسلجة النبات الطفيلي فإن تزويد العائل بجينات تشفر لجزيئات siRNA خصوصية يمكن ان تنتقل إلى النبات الطفيلي وتهاجم mRNAs للإنزيم المستهدف وتثبط تخليقه. كمثال أيض السكر المعتمد على مسار تخليق المانيتول في النبات الطفيلي الهالوك والإنزيم (Mannose 6-phosphate reductase (M6PR حيث بينت الابحاث دوره الأساس في حياتية النبات الطفيلي. تثبيط هذا الإنزيم بواسطة siRNA خصوصية تتكون في العائل المحور وراثيا، سيحرم الطفيلي من مصدر الكاربون الأساس له وبالتالي يؤدي إلى تدهوره وحصول المقاومة. وهكذا تم إستحداث نباتات طماطة محورة وراثيا تحمل M6PR dsRNA-expression cassette حيث تنتج M6PR-siRNA وهذه الجزيئات غير موجودة في النبات الطفيلي*Orobanche aegyptiaca* . وهكذا بينت نتائج الكشف بواسطة جهاز RT-PCR أن مستوى M6PR mRNA في الدرنات (الممصات) والأجزاء تحت الأرضية للطفيلي النامي على نبات الطماطة المحور وراثيا إنخفضت بنسبة 60 – 80 %. هذا تصاحب مع إنخفاض معنوي في مستوى المانيتول وزيادة معنوية في موت درنات النبات الطفيلي(Aly *et al.*,2009 ; Niu *et al.*,2010).

الفصل الثالث Chapter 3

أمراض النباتات الطفيلية الراقية

Diseases Caused by Parasitic Higher Plants

حامول الغار *Cassytha* (Laurel Dodder)

Laurel Dodder *Cassytha*

جنس *Cassytha*

أسـم الجنس *Cassytha* مشتق مـن الكلمـة الأراميـة التـي تعني خصـلة الشـعر المتشابك(Nelson,2008a).

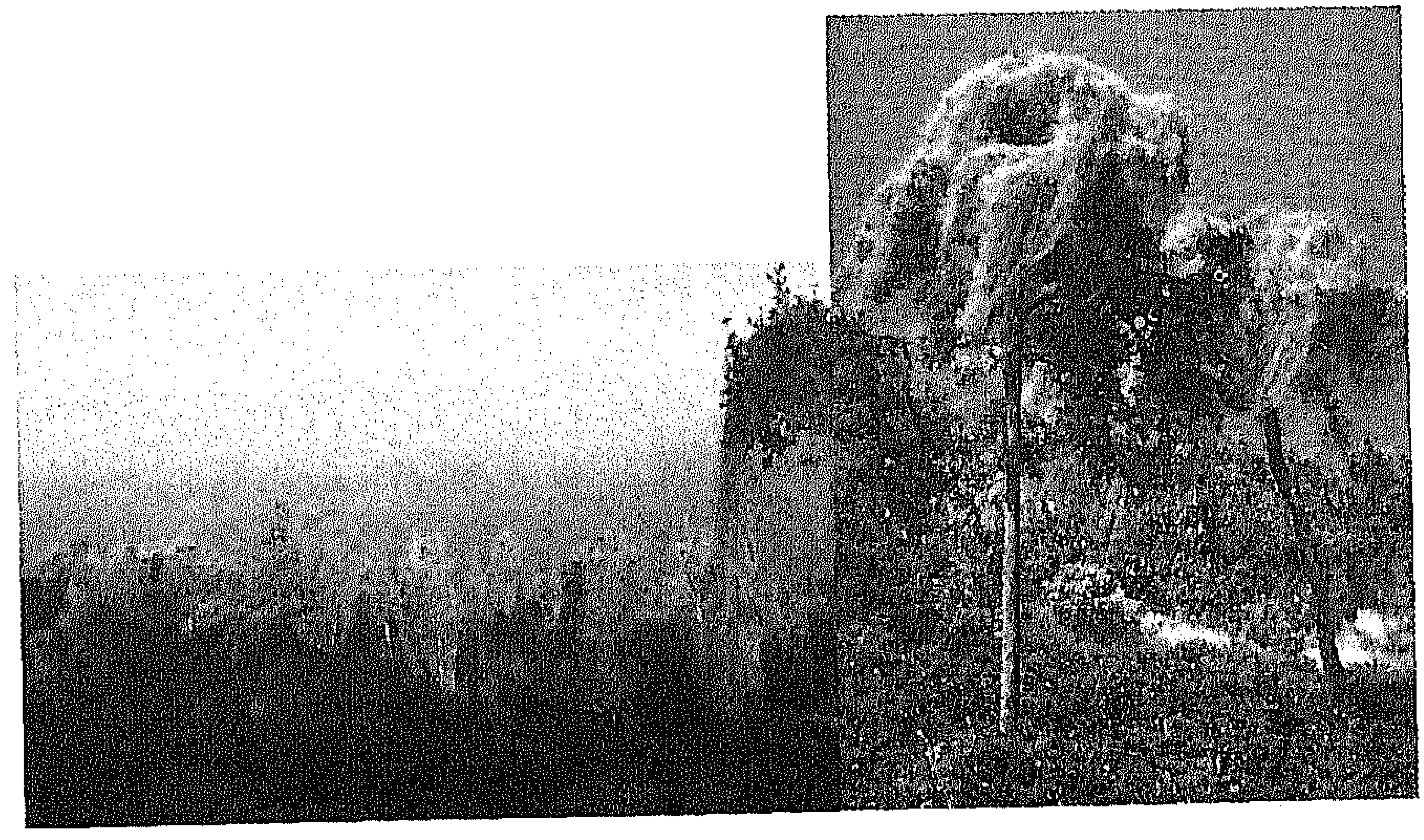
يضـم الجنـس *Cassytha* 17 - 20 نوعـا موصـوفا معظمهـا تعـيش فـي أسـتراليا والقليـل منهـا فـي جنـوب افريقيـا واحـدها وهـو *C. filiformis* عـالمي الانتشـار. هـذه النباتـات حولقيـة طفيليـة على النباتـات الأخرى، تفتقـد الجـذور إلا فـي البـادرة حيـث تموت بعد اتصالها بالنبات العائل أو موت البادرة. سيقان هـذه النباتـات خيطيـة، تحتـوي على الكلوروفيل. الأوراق مختزلة إلى حراشف صغيرة. الأزهار جالسة أو محمولة في نورات سنبلية أو رسيمية.

النبات الطفيلي *Cassytha filiformis*

حامول الغار الخيطي *C. filiformis* ينتمي إلى عائلة *Lauraceae*، النبات خـالي مـن الأوراق، متسـلق ملتـف، حـولقي، ذاتـي التطفـل (Autoparasite) ومتطفـل علـى النباتات البذرية الأخرى. النبات الطفيلي ينتشر في المناطق السـاحلية وعـالمي الانتشـار

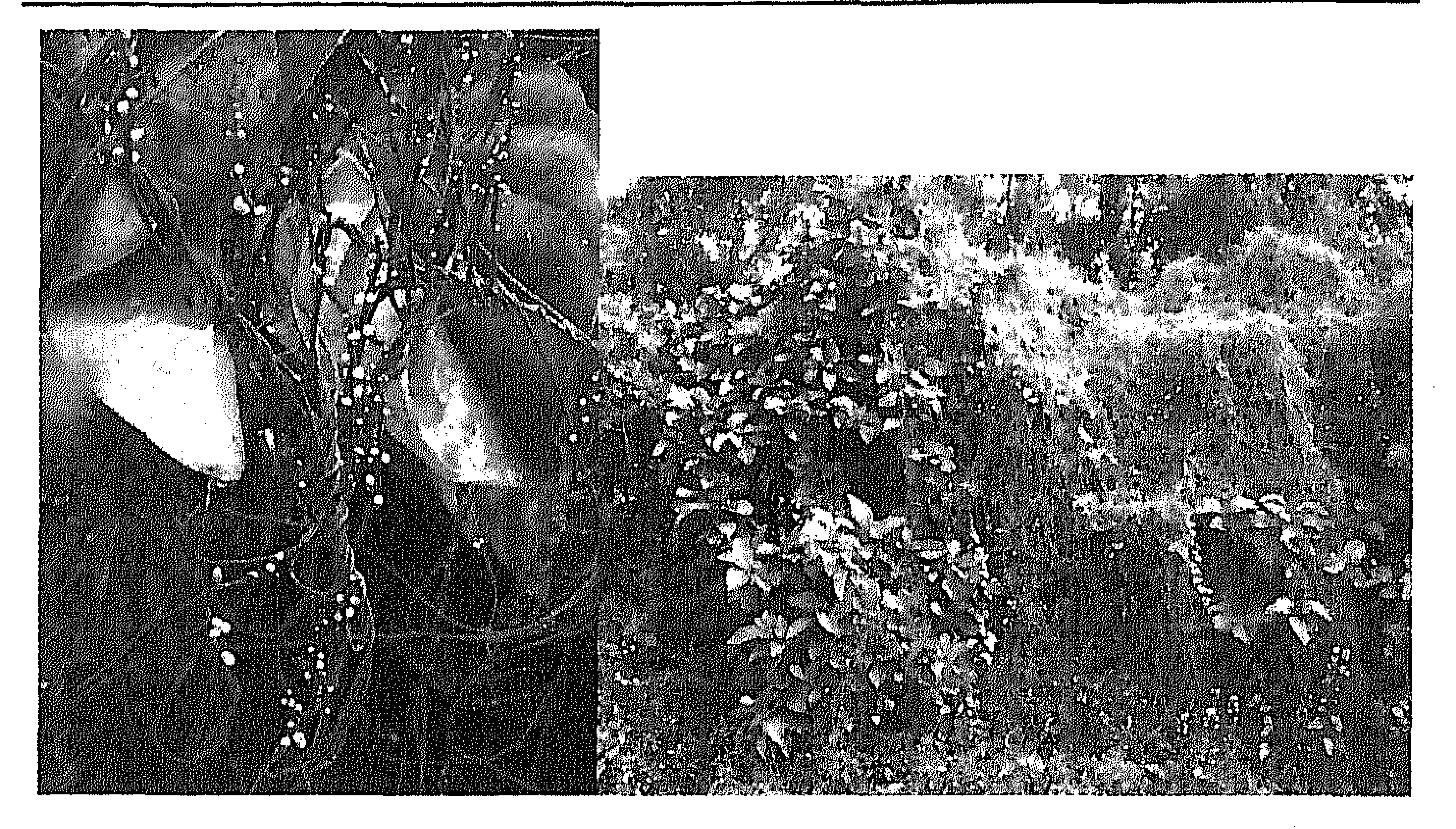
في المناطق الإستوائية. النبات يتطفل بالدرجة الأولى على النباتات الخشبية أو الأشجار. من العوائل المهمة اقتصاديا الحمضيات والمانجو *Mangifera indica* و*Eugenia aromatic* وجوز الطيب *Myristica fragrans* وقريبه الأفاكادو *Persea Americana* حيث أنهما ينتميان إلى العائلة نفسها، والعديد من الأشجار الأخرى والأدغال والحشائش. عادة يقوم النبات الواحد بالتطفل على العديد من أنواع النباتات المتجاورة سوية(شكل 3.1 - 3.3). للنبات استخدامات طبية مختلفة.

الساق خيطي، أخضر إلى برتقالي كثير التفرع، قطره 1 – 3 ملم وطوله يصل إلى 3 – 6 م. الأوراق مختزلة إلى حراشف صغيرة بطول حوالي 1 ملم، تسهل رؤيتها في أطراف السيقان. الأزهار التي تتكون على مدار السنة، جالسة وتكون قليلة العدد في نورة سنبلية طولها 1 – 2 سم، مع قنابة و2 من القنيبات البيضوية. الثمرة من نوع البرة بقدر حجم حبة البزاليا الكبيرة وتكون محاطة بالأوراق الكاسية العصارية. تحتوي البرة على بذرة صغيرة واحدة سوداء.



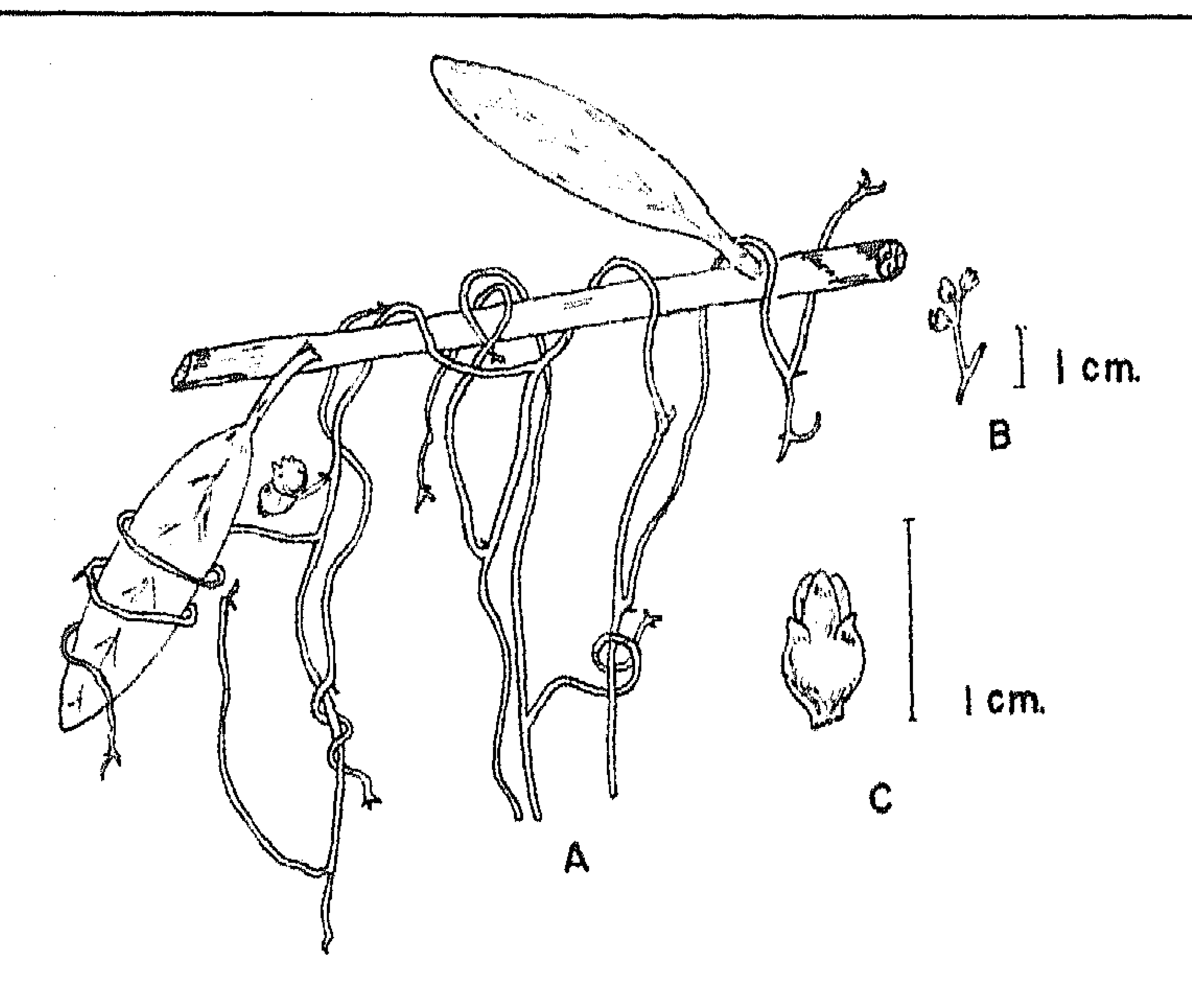
شكل 3.1 : النبات الطفيلي *Cassytha filiformis* على اشجار *Metrosideros polymorpha* (يسار) ويعبر بضعة أنواع من اشجار متجاورة(يمين) في ساحل جزر الهاواي

عن : (Nelson,2008a)



شكل 3.2 : النمو الكثيف للنبات الطفيلي *Cassytha filiformis* على نباتات *Morinda citrifolia*(يمين) وصورة مقربة له(يسار) عن : (Nelson,2008a)

ثمة تشابه مظهري كبير بين هذا النبات والنبات الطفيلي المعروف الحامول من جنس *Cuscuta*. كما أن كليهما يتشابهان في طريقة التطفل بالإلتفاف والتسلق والنمو الكثيف على النباتات العائلة وبذورهما لا تحتاج إلى محفز من العائل للإنبات. هذا على الرغم من أن النباتين يعودان إلى عائلتين مختلفتين لذلك تسهل عملية إدخال الأنواع الجديدة إلى البلد (Nickrent & Musselman,2004). الفروقات المظهرية بينهما تكمن أساسا في النورة الزهرية والثمرة. فأزهار الحامول *Cuscuta* تكون صغيرة قطرها حوالي 2 ملم وتحمل فرادى على طول الساق. والثمرة تكون جافة، كروية رقيقة الغلاف تحتوي على بضع بذور صغيرة سوداء. أما أزهار حامول الغار الخيطي *C. filiformis* فتكون محمولة على سويقات صغيرة، الثمرة لحمية، صغيرة من نوع البرة تحتوي على بذرة كروية واحدة. كما أن نباتات الحامول *Cuscuta* تكون حولية وبإستثناء *Cuscuta exaltata* فهي تتطفل على النباتات العشبية بينما نباتات حامول الغار الخيطي *C. filiformis* تكون معمرة وتتطفل أساسا على النباتات الخشبية (شكل3.4). هذا علاوة على ان *C. filiformis* يحتوي على كلوروفيل اكثر من نبات *Cuscuta*(Schroeder,1967 ; Nelson,2008a).



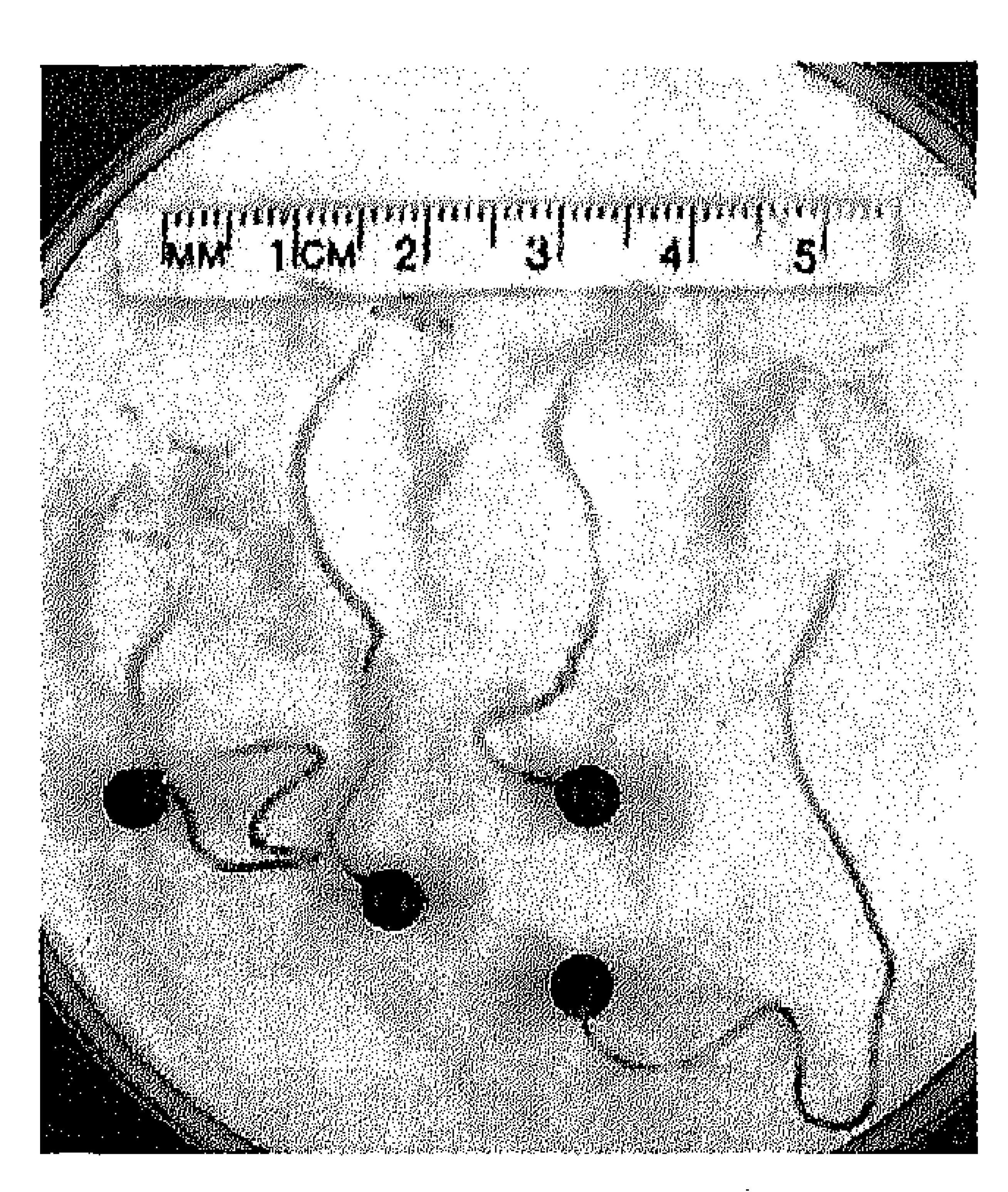
شكل 3.3 : رسم يدوي لطبيعة الجسم الخيطي للنبات الطفيلي *Cassytha filiformis* (A) والنورة الزهرية (B) والثمرة (C) عن : (Schroeder,1967)



شكل 3.4 : زهرة النبات الطفيلي *Cassytha filiformis* (يمين) وملتف على شجرة ويظهر الثمار(يسار)

عن : (Dr. Gerald (Gerry) Carr) و(Wikipedia,2008)

تنتشر بذور النبات الطفيلي بواسطة تيارات المحيطات والبحار ما بين الجزر والقارات ومحليا بواسطة مياه الأنهار والفيضانات. وتنتشر البذور أيضا بواسطة الطيور والرياح القوية ويسهم الإنسان في نشر البذور بين البلدان والقارات من خلال تلويثها لبذور النباتات الأخرى. وينتشر النبات ضمن الحقل أو المنطقة بإمتداد السيقان ما بين النباتات المصابة. يمكن للبادرة البقاء حية لمدة شهرين بغياب العائل، كما أنها يمكن أن تنمو لمسافة 30 سم أو أكثر(Nelson,2008a) (شكل3.5).



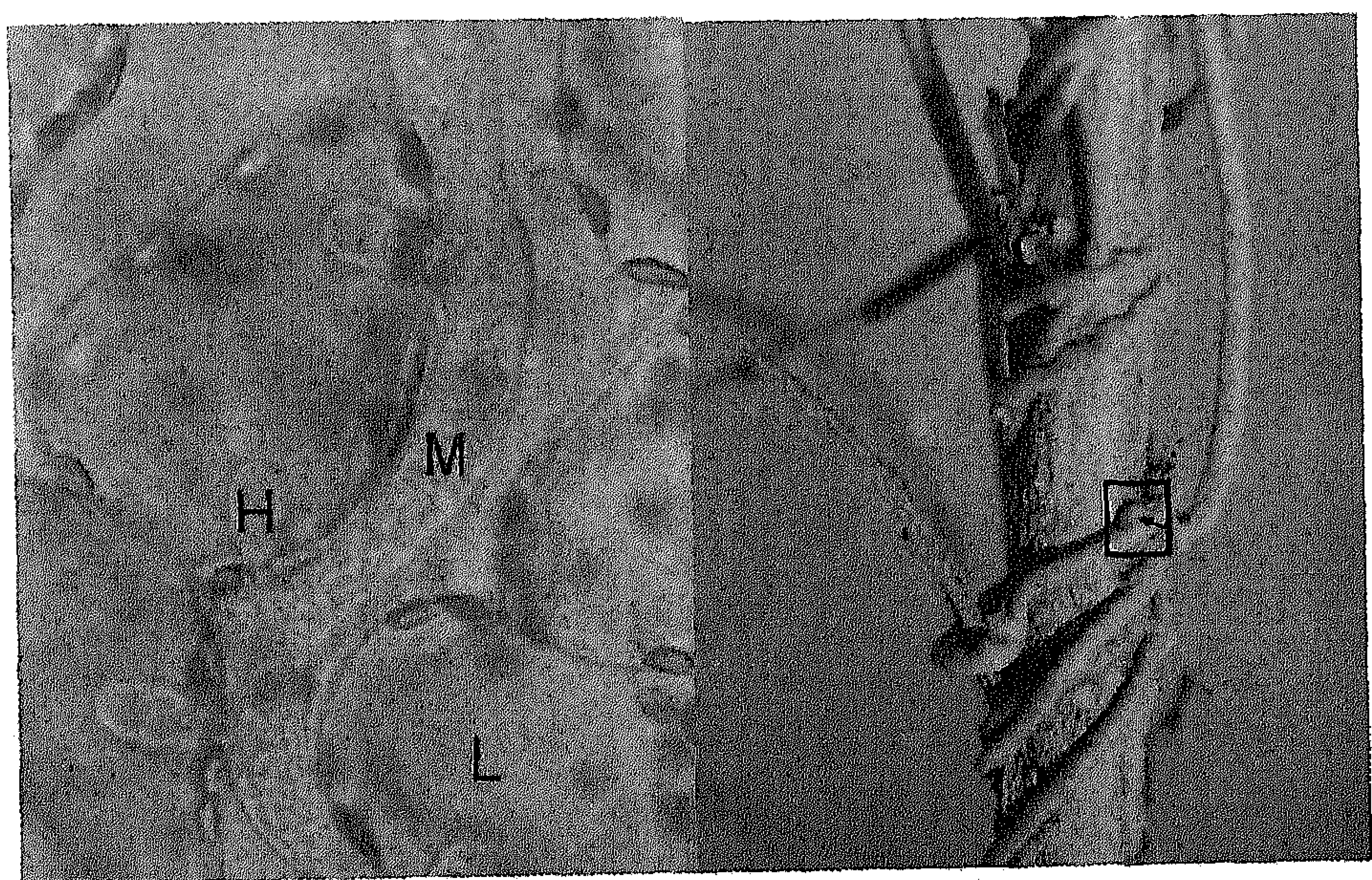
شكل 3.5 : بادرات النبات الطفيلي الشبيه بالحامول *Cassytha filiformis*

عن : (Nickrent & Musselman,2004)

يقوم ساق النبات الطفيلي بعد التماس أو الالتفاف على الجزء الهوائي من النبات العائل بتكوين ممصات تخترق سطح النبات والأنسجة الداخلية وصولا إلى تحقيق صلة نسيجية مع خلايا الأنسجة الناقلة للعائل. وكما هو الحال مع جميع النباتات الطفيلية وحتى فطريات المايكورايزا المكونة للتراكيب الشجيرية والفطريات الممرضة التي تكوّن ممصات فإن الممص وهو يخترق الخلية لا يؤدي إلى تمزيق الغشاء الخلوي لخلية العائل بل إلى إنبعاجه وبالتالي بقاء الخلية حية كي يتمكن من الحصول منها على الماء والمواد الغذائية. ومع أن الوظيفة متشابهة في هذه التراكيب إلا أنها تكون ابسط بكثير في حالة الفطريات والتي تكون بشكل خيط فطري كروي أو

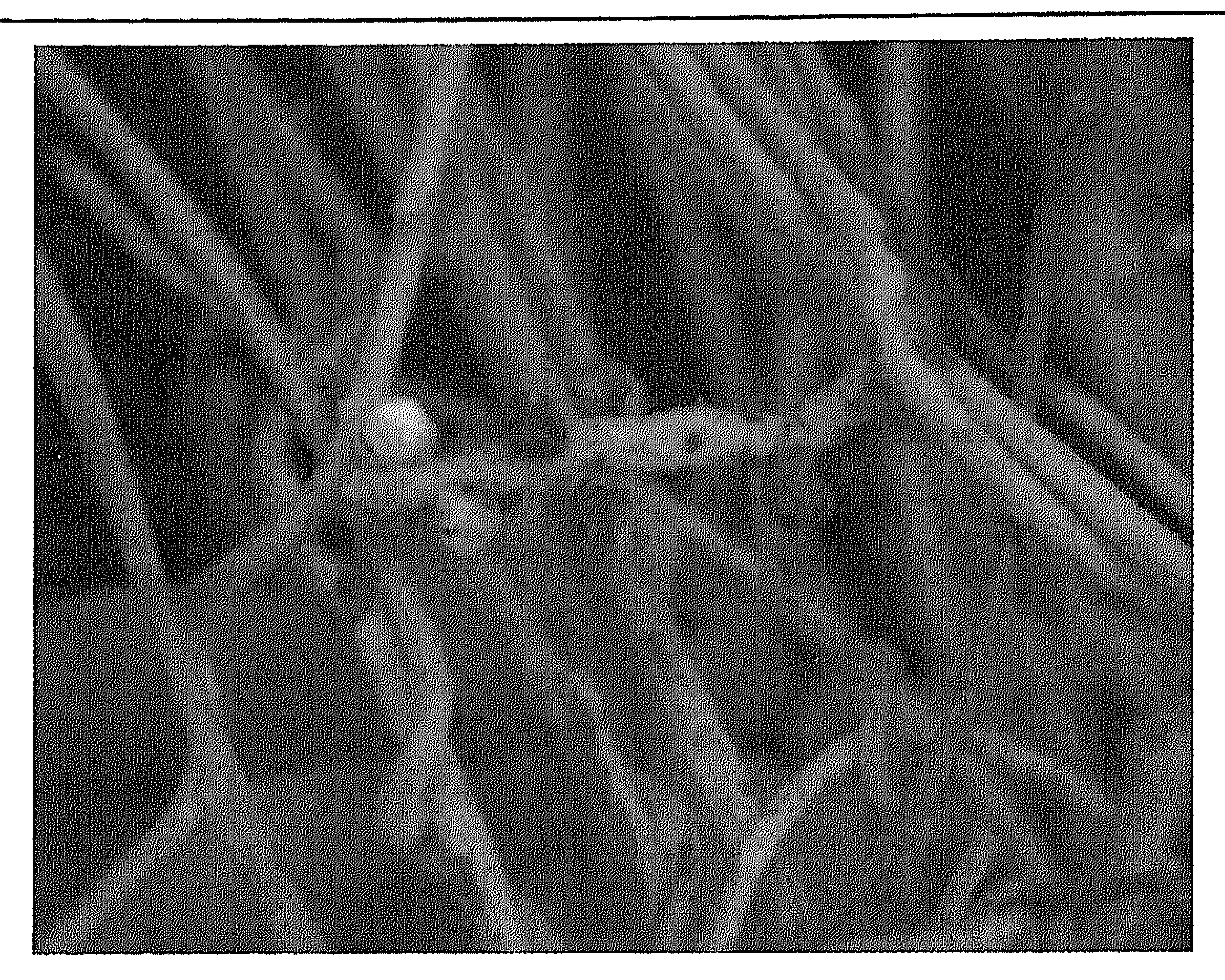
بيضوي بسيط (شكل3.6) أو متفرع فإنها تكون عديدة الخلايا، نسيجية في حالة النباتات الطفيلية. الملفت ان هذا النبات الطفيلي يتميز بتكوين الممصات ليس على النبات العائل فقط وإنما على سيقانه الأخرى نفسها فيما يعرف بالتطفل الذاتي(Nelson,2008a) (شكل3.7). يبدو أن هذا السلوك وهو مشابه لما يحصل في الفطريات الخيطية في ظاهرة التفمم (Anastomosis) يساعد على الحفاظ على تكامل المستعمرة وربما المساعدة على تعزيز نقل الموارد وتوزيعها على الأجزاء المختلفة للطفيلي.

يقوم النبات الطفيلي بإضعاف العائل من خلال استنزاف الماء والموارد الغذائية من العائل وتكوين كتلة حيوية هائلة تقوم بتظليل العائل والتاثير على معدل التركيب الضوئي. الإصابات الشديدة يمكن أن تؤدي إلى قتل النبات.



شكل 3.6 : المظهر الخارجي لممصات النبات الطفيلي *Cassytha filiformis*(يمين) وممصات الفطر المسبب لمرض البياض الزغبي على الخس *Bremia lactucae* (يسار)، H= ممص، M= خيط فطري، L= خلية نبات الخس

عن : (Nelson,2008a)



شكل 3.7 : النورة الزهرية للنبات الطفيلي *Cassytha filiformis* وتكوين الممصات للطفيلي على سيقان أخرى للطفيلي نفسه فيما يعرف بالتطفل الذاتي

عن : (Nelson,2008a)

يقوم الطفيلي بنقل الفايتوبلازما وهي من ممرضات النبات خلال إصابته لنباتات مصابة بالفايتوبلازما مثل جوز الهند والأريقة وكذلك يقوم بنقل فايروس موزائيك الحمضيات (CiMV) *Citrus mosaic badnavirus* من النباتات المصابة بها إلى النباتات السليمة التي يصيبها.

السيطرة على المرض (Control)

1. إزالة النبات الطفيلي بالسرعة الممكنة.
2. المكافحة الكيميائية بمبيدات الأدغال.
3. إزالة الأدغال العائلة للنبات الطفيلي(Nelson,2008a).

الحامول *Cuscuta*

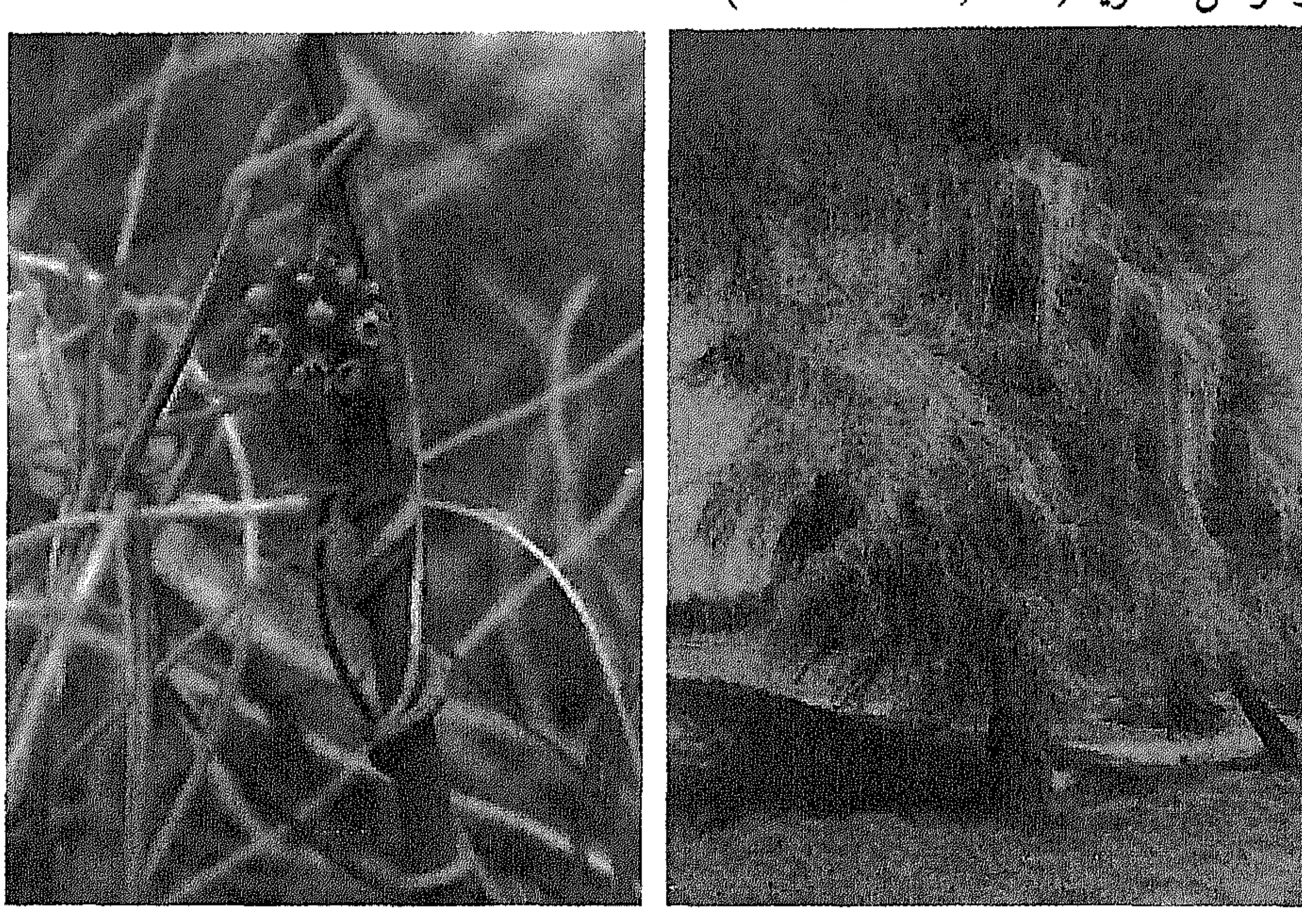
Dodder Cuscuta

ثمة جدل في تبعية جنس *Cuscuta* إلى عائلة *Convolvulaceae*(García,2004) أو عائلة *Cuscutaceae* القريبة جدا من العائلة الأولى(Swift,2008 ; Lanini *et al.*,2002). يضم جنس *Cuscuta* أكثر من 170 نوعا موزعة على 3 تحت أجناس تميز على أساس مظهر القلم والمدقة في الزهرة : تحت جنس Monogyna يتميز بأقلام متحدة ويضم 7 أنواع وتحت جنس Grammica ويتميز بالأقلام الحرة والمدقات الكروية وليست المتطاولة ويضم 130 نوعا وتحت جنس Cuscuta يتميز بأقلام حرة ومدقات متطاولة ويضم 22 نوعا. اثبتت الدراسات الجزيئية وحدانية الأصل التطوري لهذه التحت أجناس (García,2004).

الممرض (Pathogen) : يعتبر الحامول من أشهر النباتات الطفيلية حيث يتطفل على طيف واسع من النباتات الاقتصادية والبرية من نباتات ذوات الفلقتين وبدرجة أقل من نباتات ذوات الفلقة الواحدة. الحامول يمثل أهم نبات طفيلي على النباتات البقولية في المناطق المعتدلة فهو مدمر على الجت والبرسيم والكتان وكذلك البطاطا والبصل.

يتالف جسم النبات الطفيلي من ساق رفيع اصفر إلى برتقالي اللون يلتف بشدة حول الأجزاء فوق الأرضية للنباتات العائلة (شكل3.8). الساق خالي من الأوراق أو يكوّن أوراق حرشفية مثلثية الشكل طولها حوالي 4 ملم. الأزهار ناقوسية الشكل لونها كريمي طولها حوالي 8 ملم وتحمل عادة في عناقيد (شكل3.9). تكوّن الزهرة في العلبة 2 – 4 بذور. غلاف البذور يكون خشنا ويحتوي على نقوش مختلفة ويختلف حجمها حسب النوع وقطرها يكون بمعدل 4 ملم. لون البذور مختلف من الرمادي الفاتح إلى الأصفر إلى الأحمر إلى البني. مع ذلك فالحامول منتج غزير للبذور حيث يتمكن النبات المفرد من إنتاج بضعة آلاف من البذور. لكن 5 % فقط من بذور الموسم السابق تتمكن من الإنبات بينما تبقى غالبية البذور في التربة ويمكن أن تحتفظ بحيويتها لمدة 20 سنة اعتمادا على النوع والظروف البيئية. إن سبب السبات الطويل للبذور يعود إلى قساوة الغلاف الذي يمكن ان يتخلخل بواسطة نشاط الأحياء الدقيقة

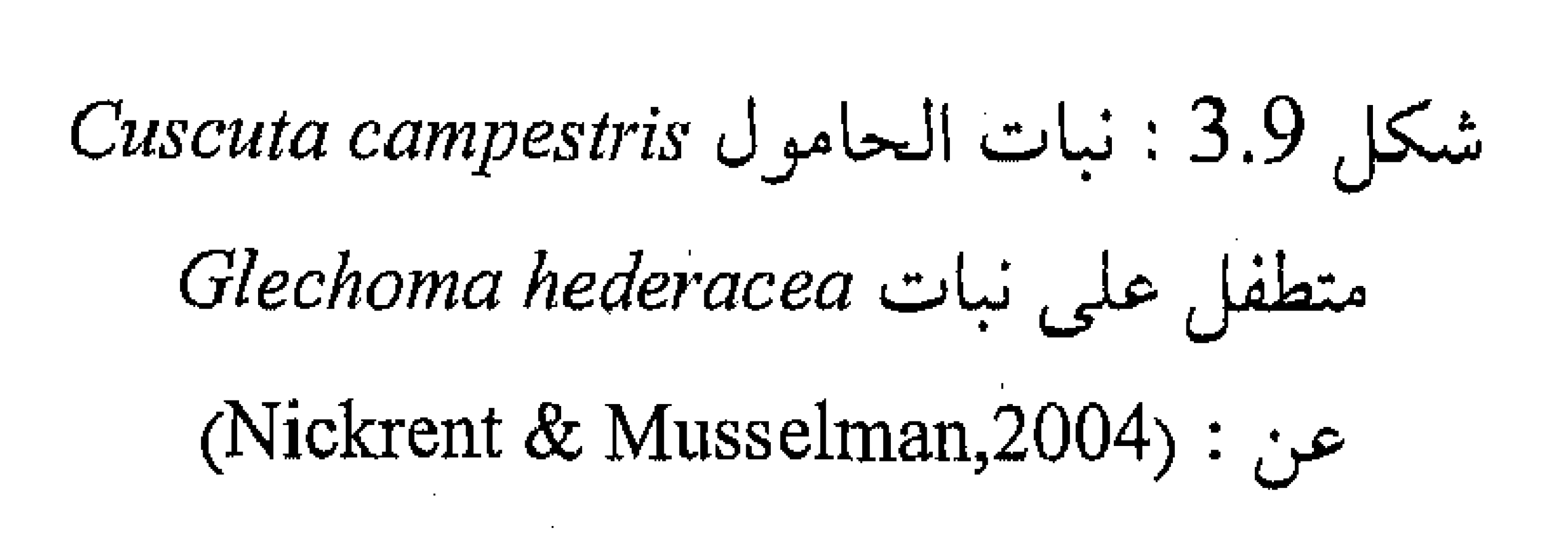
وعوامل التعرية (**Lanini *et al.*,2002**).



شكل 3.8 : النمو الكثيف للنبات الطفيلي الحامول على شجرة اكاسيا في البنجاب باكستان(يمين) ونبات الحامول *Cuscuta europaea*(يسار)

عن : (Wikipedia,2008)





شكل 3.9 : نبات الحامول *Cuscuta campestris*
متطفل على نبات *Glechoma hederacea*
عن : (Nickrent & Musselman,2004)

جدول 3.1 : أهم أنواع *Cuscuta* وتوزعها الجغرافي

النوع	الانتشار	الأهمية
C. pentagona (*C. campestris*)	عالمي	أهم أنواع *Cuscuta* تهاجم طيف واسع من النباتات العائلة (25 نوعا من المحاصيل في 55 بلدا) بما فيها الخضروات والفواكه ونباتات الزينة وأشجار الأخشاب.
C. epithymum	عالمي	تمثل مشكلة خطيرة في أوروبا وآسيا على محاصيل الأعلاف البقولية والجزر.
C. europaea	أوروبا وأميركا الشمالية	ذو أهمية كبيرة في أوروبا كما توجد في الولايات المتحدة.
C. gronovii	أميركا الشمالية	ينتشر في البيئات الرطبة وبمحاذات القنوات المائية. واسع الطيف خصوصا على التوت البري وغيره من المحاصيل والشجيرات.
C. indecora	أميركا الشمالية والجنوبية	نوع مهم خصوصا على الجت.
C. planiflora	آسيا وأوروبا وأميركا الشمالية	واسع الطيف وبشكل خاص على الجت والبرسيم.
C. reflexa	آسيا	خطير على النباتات الخشبية المعمرة.
C. suaveolens	أميركا الجنوبية وأوروبا وأفريقيا	متوطن في أميركا الجنوبية لكنه اصبح عالمي الانتشار وهو مشكلة مهمة خصوصا على الجت.

عن : (Lanini & Kogan,2005)

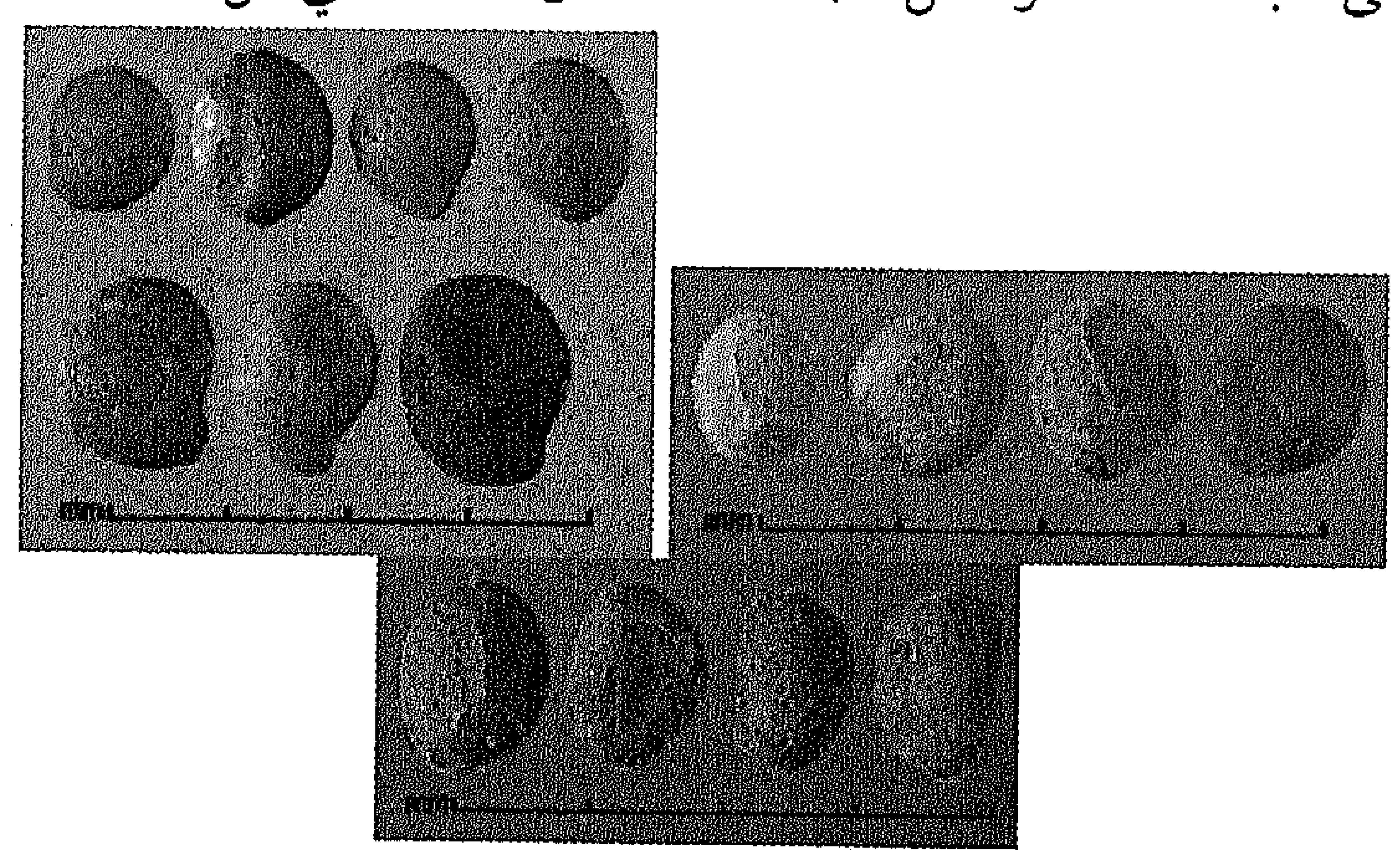
يقسم الجنس *Cuscuta* إلى 3 تحت اجناس هي *Monogyna* الذي يضم أنواع قوية الساق تهاجم وتقتل الأشجار المثمرة وتحت الجنس *Cuscuta* يضم انواع رقيقة

الساق وتفضل النباتات العشبية كذلك أنواع تحت الجنس *Grammica* الذي تنتشر انواعه في العالم الجديد(Nickrent & Musselman,2004). من انواعه المهمة *C. pentagona* الذي يسمى ايضا *C. campestris* و *C. indecora* (Lanini *et al.*,2002). في الجدول 3.1 أهم انواع *Cuscuta* وتوزعها الجغرافي.

يعتمد تشخيص الحامول على تفاصيل خواص الأزهار بما فيه الشكل وشكل الميسم وعدد الأقلام وتركيب المتك وخواص حبوب اللقاح وتفتح العلبة(Liao *et al.*,2005).

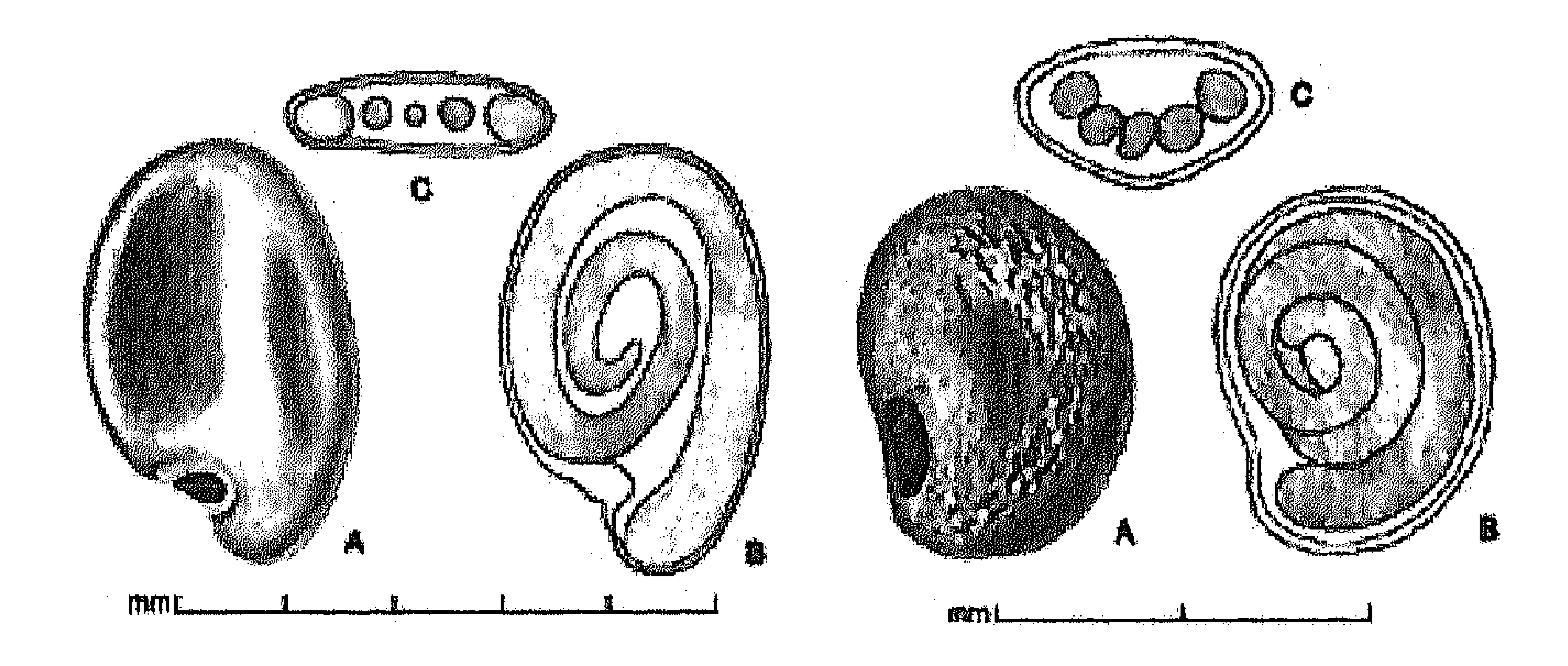
الأعراض والعلامات المرضية (Symptoms and Signs)

يكوّن الساق فروعا حيث تبحث اطرافها النامية عن الأجزاء المجاورة للنبات العائل أو النباتات القريبة حيث تلتف حولها وتؤسس بؤر إصابة باستمرار مما يؤدي إلى توسع دائرة النباتات المتاثرة ليصبح قطرها بحدود 3 م ناشئة من نبات حامول واحد. تنتشر الإصابة في الحقل بشكل بقع تتوسع خلال موسم النمو بينما تستمر في التوسع على النباتات المعمرة مثل الجت *Medicago sativa* في كل سنة.



شكل 3.10 : بذور النبات الطفيلي ***Cuscuta pentagona***(يمين) و***C. australis*** (يسار) و ***C. chinensis*** (تحت)

عن : (**Federal Noxious Weed Dissemunules of The U. S.,2008a**)



شكل 3.11 : رسوم توضيحية لبذرة *C. australis* A ومقطع طولي في الجنين النامي B ومقطع عرضي في البذرة C(يمين) وبذرة *C. monogyna*(يسار)

عن : (Federal Noxious Weed Dissemunules of The U. S.,2008a)

في نهاية موسم النمو يكوّن النبات الطفيلي ازهار بيضاء أو وردية أو صفراء بشكل عناقيد. سرعان ما تتكون البذور الرمادية إلى البنية اللون بكثافة داخل الأزهار وتسقط على التربة أو تختلط مع بذور المحصول خصوصا الجت الذي تماثل بذوره في الحجم (شكل3.10 و3.11).

الحامول يحتوي على كميات قليلة من الكلوروفيل في البراعم والساق والثمار إلا ان هذه الكميات لا تكفي لسد إحتياجات النبات من المواد الكاربوهيدراتية. يؤدي نمو النبات الطفيلي إلى إضعاف نمو النبات العائل كونه معتمدا كلية تقريبا على مواده العضوية والمعدنية والماء وإن الإصابة الشديدة يمكن أن تؤدي إلى موت النباتات العائلة خصوصا في مرحلة البادرة. أما النباتات التي تصاب وهي ناضجة فلا تقتل لكنها تضعف وتصبح مهيئة للإصابات المرضية ومهاجمة الحشرات.

يشتي نبات الحامول بشكل بذور وفي بداية موسم النمو تنبت البذورعن بادرات تتالف من ساق عديم الأوراق والجذور. تدور القمة النامية للساق علها تلامس نباتا عائلا وإلا فإنها تضطجع على الأرض لبضعة اسابيع تموت بعد ذلك (شكل3.12).



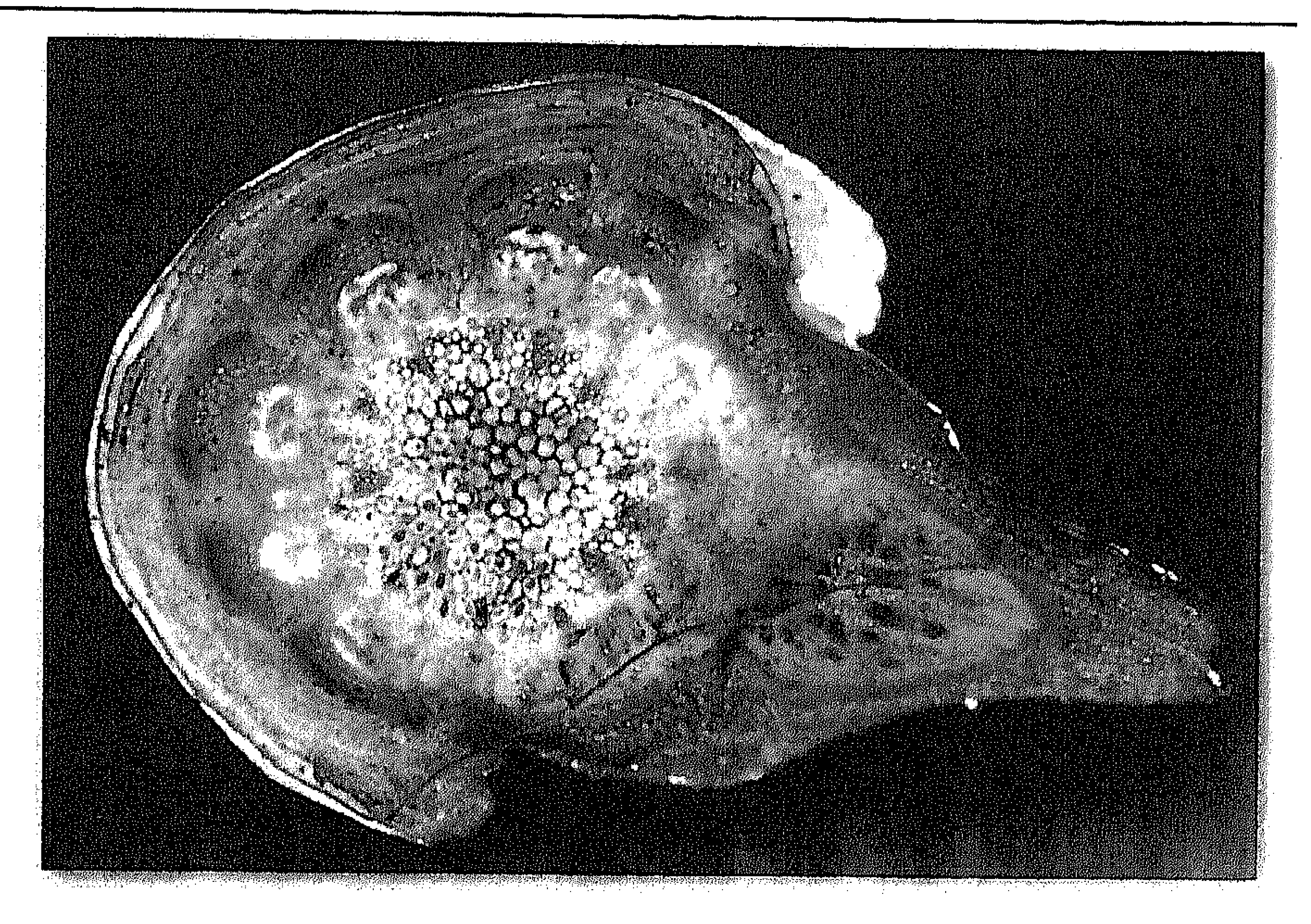
شكل 3.12 : بادرات الحامول الحديثة

عن : (Purrington,2006)



شكل 3.13 : نبات الحامول يلتف حول ساق نبات القرنبيط مرسلا الممصات بداخله

عن : (Purrington,2006)



شكل 3.14 : مقطع عرضي في منطقة إلتفاف الحامول حول ساق القرنبيط يبين صلة الممصات بالحزم الوعائية للعائل .

عن : (Purrington,2006)

اما إذا نجحت في التماس مع جزء من النمو الهوائي للنبات العائل فإنها تطوقه وترسل ممصات تخترقه وتستمر في تسلق النبات (شكل3.13). يحقق الممص اتصالا مع الأنسجة الناقلة للنبات العائل حيث تقوم بإمتصاص الماء والعناصر الذائبة فيه إضافة إلى المواد العضوية (شكل3.14). بعد حصول نموات الحامول على المواد الغذائية من العائل تموت الأجزاء الأرضية له ويصبح معتمدا كلية على العائل. ينمو الحامول من خلال تفرع الساق وتكوين المزيد من الممصات بحيث يمكن ان يغطي النبات العائل كلية (شكل3.8 يمين). قرب نهاية موسم النمو يكوّن النبات الطفيلي الأزهار والبذور بكثافة عالية، تسقط على الأرض أو تختلط مع بذور النباتات العائلة. تنتقل البذور إلى الحقول المجاورة بواسطة ماء الري أو الأدوات والآلات الزراعية والى المناطق البعيدة مع بذور النباتات المزروعة(Agrios,1997).

السيطرة على المرض (**Control**)

1. الوقاية بمنع وصول بذور الحامول إلى الحقل عن طريق استخدام بذور خالية من بذور الطفيلي.
2. قتل نباتات الحامول في البقع التي تظهر مبكرا في بداية موسم النمو برشها بمبيدات الأدغال التلامسية.
3. إذا كان الحامول منتشرا في الحقل فيتم التخلص منه بالحراثة المتكررة والحرق والرش بمبيدات الأدغال التي تقتل نباتات الحامول الصغيرة عند إنبات البذور.
4. المكافحة الحيوية. تهاجم فطريات *Fusarium tricinctum* و*Alternaria* spp. و*Alternaria alternata* و *Geotrichum candidum* نباتات الحامول كما ان عالق كونيدات الفطريات *Colletotrichum gloeosporioides* تكافح نباتات الحامول من نوع *Cuscuta chinensis* و*C. australis* بشكل إنتخابي على محصول فول الصويا(Agrios,1997 ; Lanini *et al*.,2002).

دغل الساحرة *Striga* spp.

Witchweed *Striga* spp.

يعتبر دغل الساحرة *Striga* spp. أهم النباتات الطفيلية كونه يهاجم محاصيل زراعية تعتمد عليها حياة الناس كالذرة والذرة البيضاء والرز والدخن وقصب السكر والنباتات البقولية مثل اللوبياء والفول السوداني. هذا النبات الطفيلي عالمي الانتشار خصوصا في اراضي المروج في أفريقيا وينتشر في الهند والشرق الأقصى وأستراليا. هذا النبات الطفيلي ملوث لثلثي المساحة المزروعة بمحاصيل الحبوب في افريقيا والبالغة 73 مليون هكتار مسببا خسارة 70 % من المحاصيل حيث تبلغ 4.1 مليون طن سنويا. تقدر الخسائر السنوية بالمحاصيل المتسببة عن هذا الطفيلي في السفانا الأفريقية وحدها بحوالي 7 مليار دولار. إن الخسائر تتعاظم في الترب الفقيرة والشحيحة الرطوبة(Amusan *et al*.,2008).

الممرض (Pathogen) : أنواع النبات الطفيلي *Striga* تتبع عائلة

Orobanchaceae (سابقا *Scrophulariaceae*) (Young *et al.*,1999). يضم الجنس اكثر من 30 نوعا موصوفا لكن ثمة نوعين يعتبران أكثر أنواع دغل الساحرة ضررا على نطاق العالم هما *S. asiatica* و*S. hermonthica*. أما في افريقيا فتوجد 5 أنواع حسب الأهمية هي *Striga hermonthica* و*S. asiatica* و*S. gesnerioides* و *S. aspera* و*S. forbesii*(The IITA *Striga* Research Group,1997).

الأعراض والعلامات المرضية (Symptoms and Signs)

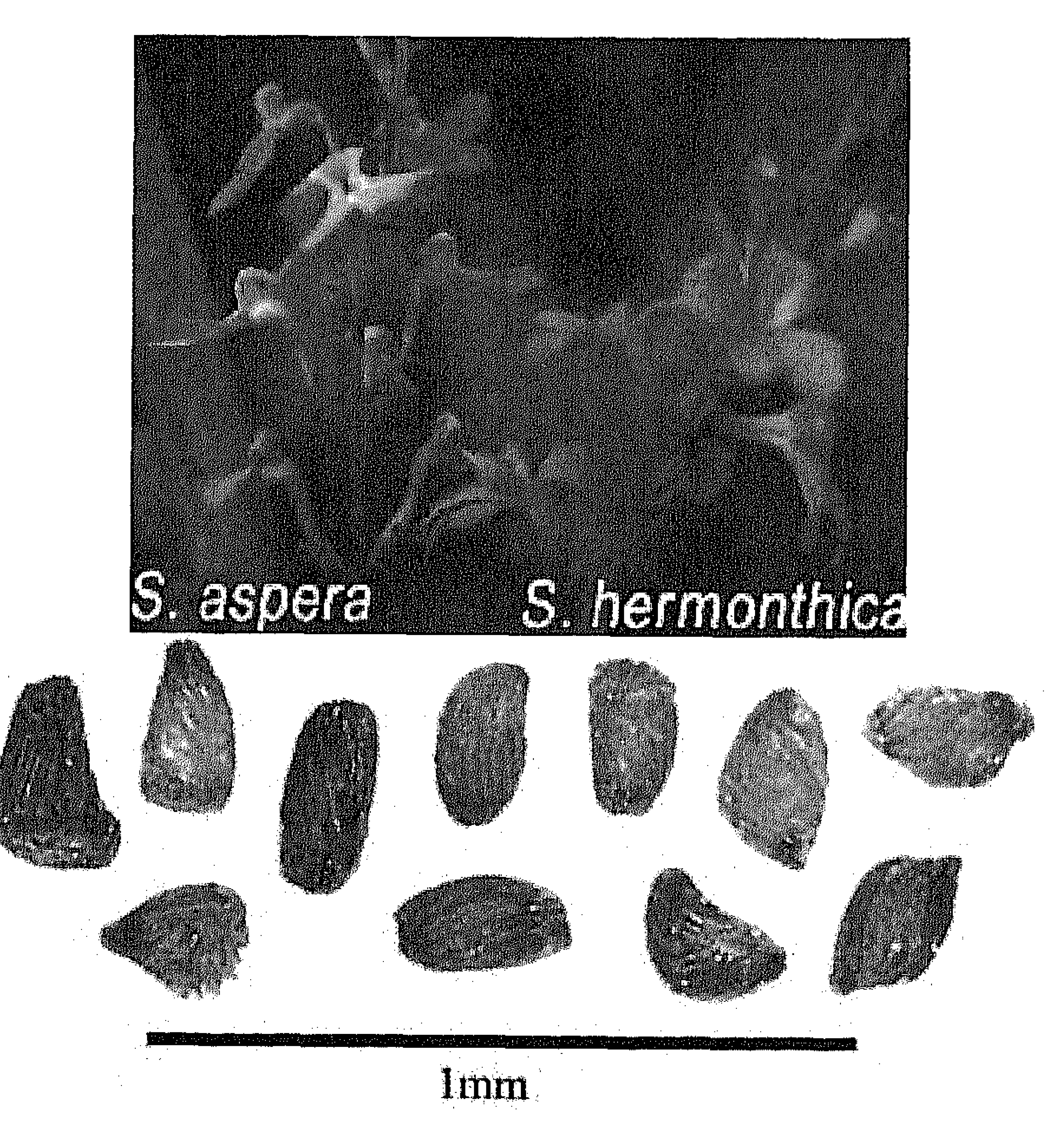


شكل 3.15 : النبات الطفيلي *Striga asiatica* ذو الأزهار الحمراء على الذرة وتشيع ايضا اصناف ذات أزهار صفراء(أعلى) والنبات الطفيلي *Striga hermonthica* ذو الأزهار البنفسجية يدمر حقل الذرة البيضاء(اسفل)

عن : (The IITA *Striga* Research Group,1997)

سمي النبات الطفيلي .*Striga* spp بدغل الساحرة كونه يؤثر على النبات قبل ان تظهر تراكيبه الهوائية فوق الأرض. هذا النبات شبه طفيلي مجبر حولي كلوروفيلي(Nickrent & Musselman,2004).

النباتات المتأثرة بالنبات الطفيلي هذا تكون متقزمة مصفرة وذابلة وإذا كانت الإصابة شديدة تؤدي إلى موت النباتات (شكل3.15).



شكل 3.16 : أعلى : ازهار النبات الطفيلي *Striga hermonthica*(يمين) و*S. aspera*(يسار).

أسفل : بذور النبات الطفيلي *Striga*

عن : (The IITA *Striga* Research Group,1997) و (U. S. National Seed Herbarium image: Robert J. Gibbons)

يكوّن النبات الطفيلي العديد من الممصات على جذور العائل بينما يظهر واحد أو مجموعة من نباتات الطفيلي قرب النبات المصاب على سطح التربة.

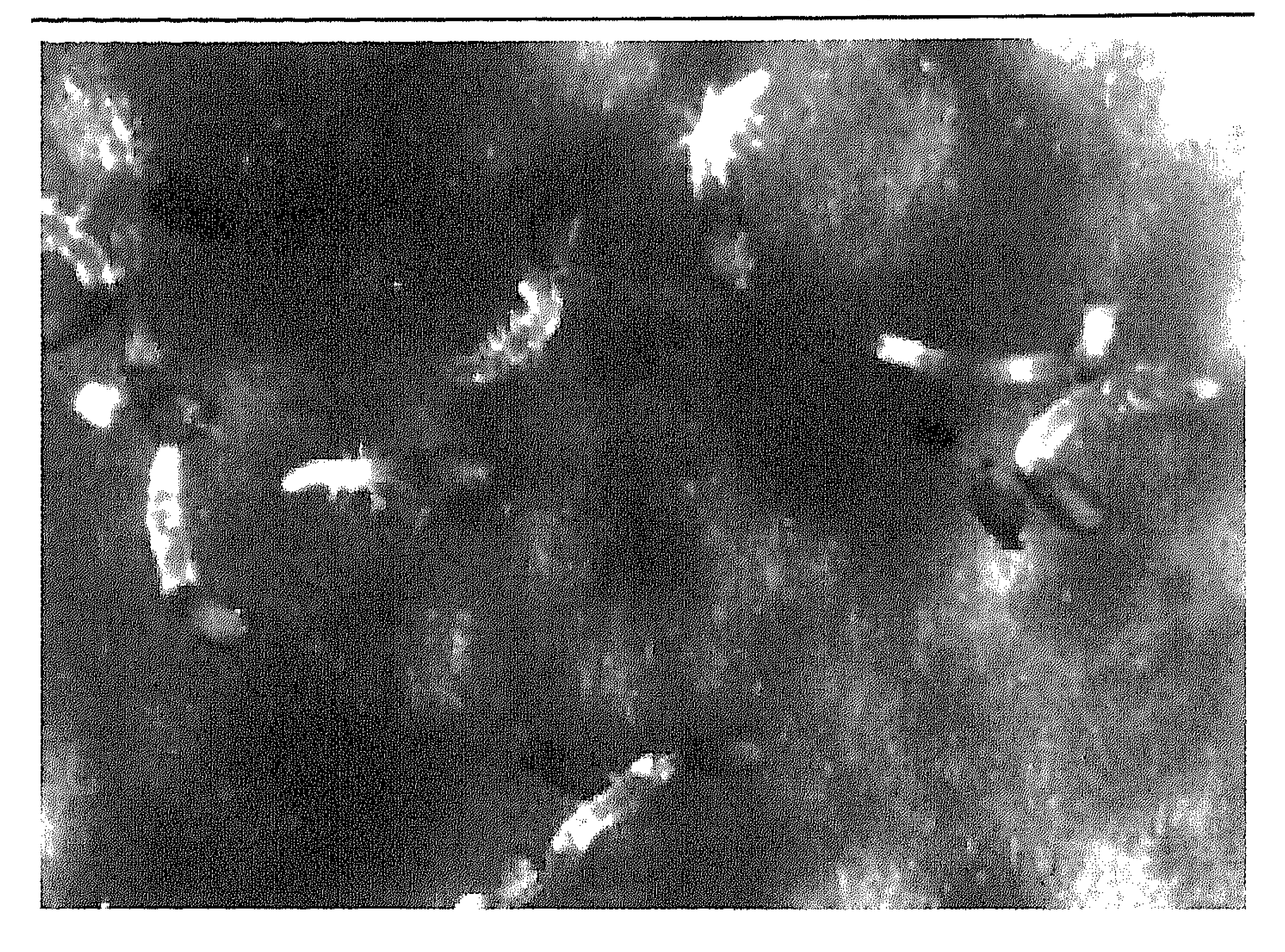
نباتات دغل الساحرة تكون جميلة المنظر ساقها اخضر براق يحمل شعيرات رقيقة وفروع وأوراق وطول النبات بحدود 15 – 30 سم. الأوراق طويلة ضيقة وتكون متقابلة على الساق. الأزهار صغيرة لونها أحمر أو أصفر أو أبيض وفي جميع الحالات مراكزها تكون صفراء (شكل3.16). الجذر يكون ابيض دائري في المقطع العرضي ولا يحمل شعيرات جذرية(Agrios,1997).

ينتج النبات الواحد من *Striga* بحدود 000 10 إلى 000 100 بذرة (Nickrent & Musselman,2004) ويمكن أن يصل عددها إلى 000 450(Eplee,1992)، طول البذرة 0.3 وعرضها 0.2 ملم ووزنها 0.01 ملغم (شكل3.16).

تطور المرض (Development of Diseasse)

لدغل الساحرة دورة حياة معقدة تشمل : البذور الهبابية (Diaspore) ومابعد النضج والتكييف وتحفيز تكوين الممصات والاتصال والاختراق ونمو البادرة والبزوغ والإزهار.

تنتج نباتات *Striga* آلاف البذور الهبابية أو الغبارية (إشارة لصغرها) في العلبة أو الثمرة. عند سقوط الثمار على الأرض في نهاية موسم النمو تنتشر البذور بواسطة الرياح والأمطار التي تسهم في تخديشها. في مرحلة مابعد النضج تسبت البذور لبضعة اشهر وتنبت تحت تأثير محفزات كيميائية تفرز من جذور النباتات العائلة. هذه المرحلة تختلف حسب نوع النبات الطفيلي ويمكن ان تكون بحدود بضعة ايام إلى سنتين ويمكن ان يتحكم في طولها وجود بعض المواد الفينولية التي تعمل كمثبطات إنبات(Musselman,1980). تحصل عملية التكييف من خلال توفر عاملين بيئيين هما درجة الحرارة المناسبة وهي بحدود 25 – 35 مْ والرطوبة المناسبة في التربة التي تكون بحدود قريبة من 100 %.



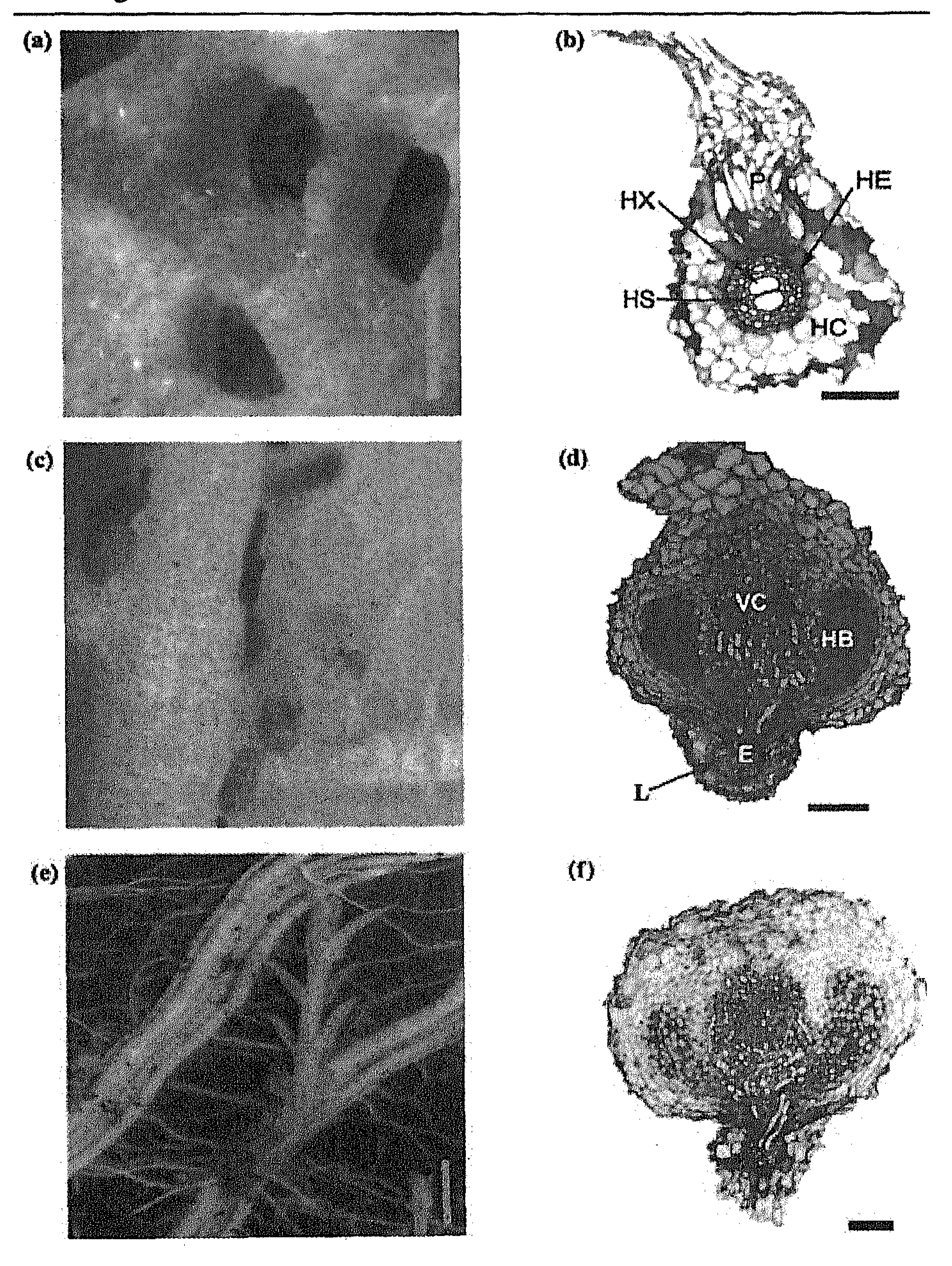
شكل 3.17 : الجذيرات النامية من بذور *Striga* نابتة

عن : (The IITA *Striga* Research Group,1997)

خلال هذه المرحلة تمتص البذور الماء وتصبح مستعدة للإستجابة لتأثير الإشارات الكيميائية المحفزة للإنبات الصادرة من النبات العائل.

هذه الجزيئات الإشارية ترشد النبات الطفيلي إلى طبيعة العائل وبعده عن النبات الطفيلي.

عند إنبات البذرة تبقى الأوراق الفلقية داخل غلاف البذرة ولا يخرج منها سوى الجذير (شكل3.17).

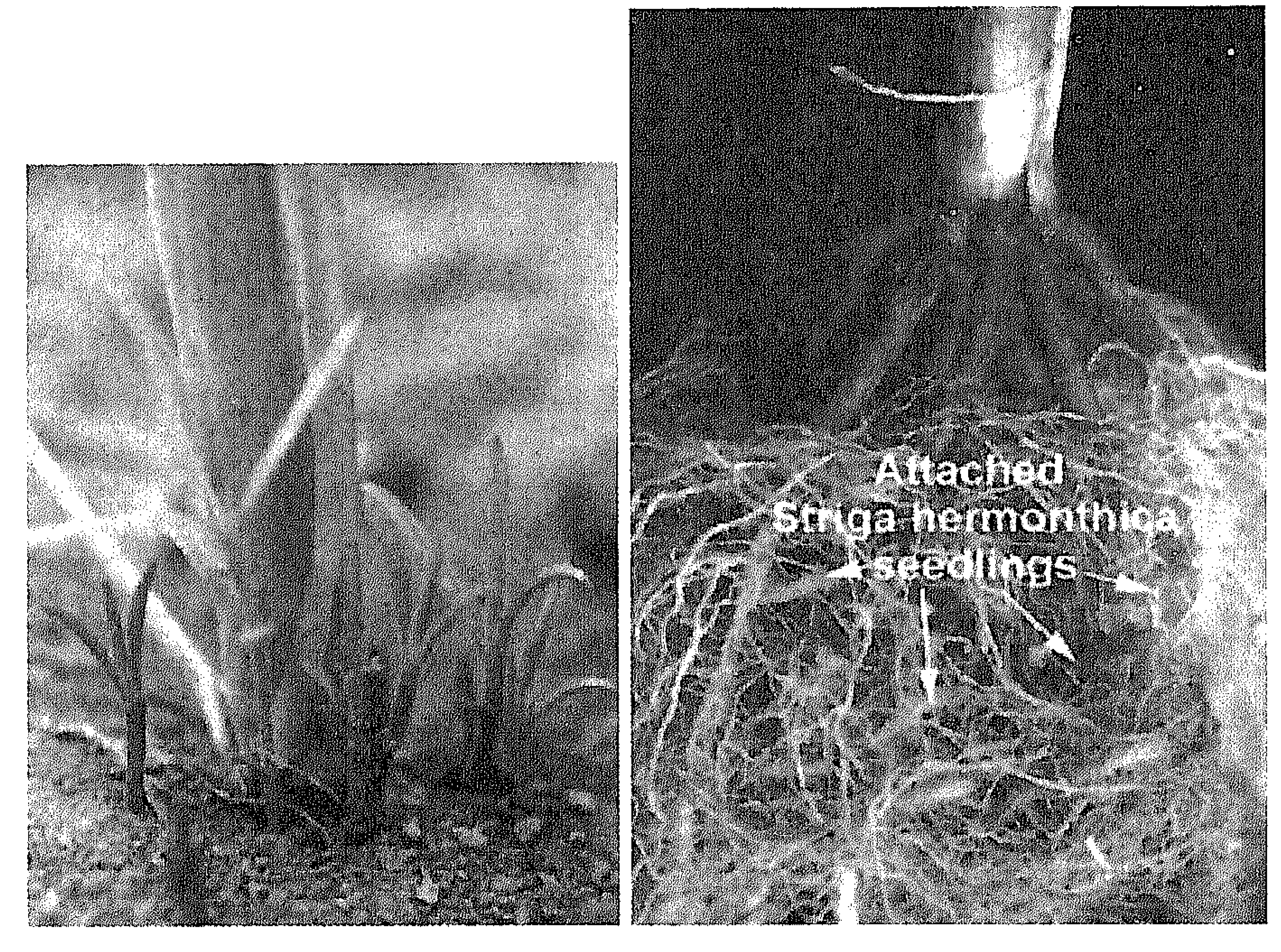


شكل 3.18 : مراحل تكشف النبات الطفيلي *Striga hermonthica* (a, c, e) وما يقابلها من مقاطع نسيجية في الممص (b, d, f) المتصل بنبات الذرة الحساس بعد 3، 9 و22 يوما من

التلقيح على التوالي. P= الطفيلي، HX= خشب العائل، HE=البشرة الداخلية للعائل، HS= الإسطوانة المركزية للعائل، HC= قشرة جذر العائل، VC= الإسطوانة الوعائية للعائل، HB= الجسم الشفاف، E= نسيج الطفيلي داخل النبات، L= النمو الجانبي. الخطوط العمودية= 5 والأفقية = 0.1 ملم

عن : (Amusan *et al.*,2008)

من أجل تحقيق الاتصال الناجح مع النبات العائل يتوجب أن تنبت البذرة في موقع لا يتجاوز 3 – 4 ملم من جذر العائل حيث ان إمتداد الجذير يكون بحدود 2 – 4 ملم(Ramaiah *et al.*,1991).



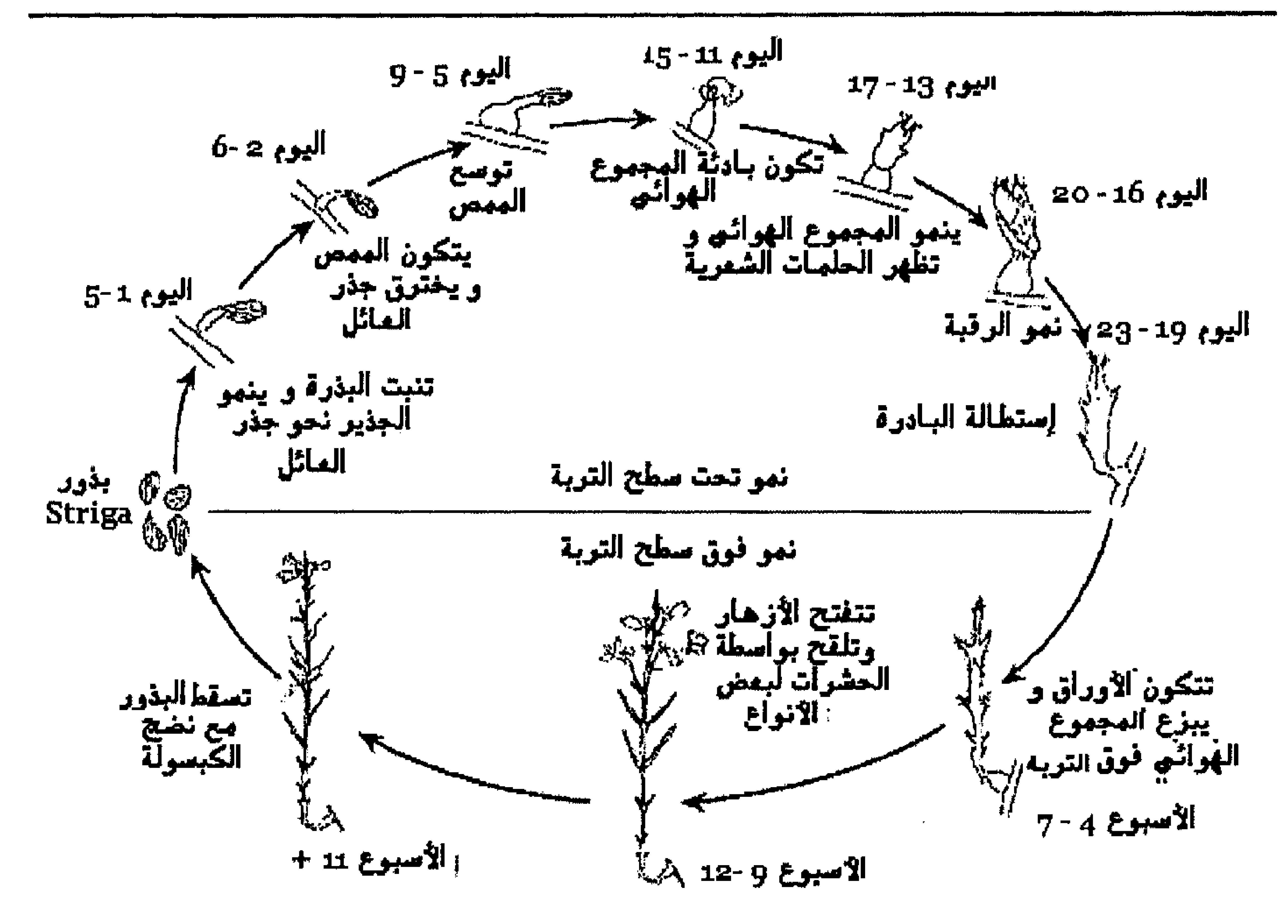
شكل 3.19 : الكثير من بادرات النبات الطفيلي *Striga hermonthica* تتصل بالمجموع الجذري لنبات الذرة البيضاء مشار إليها بالسهام(يمين) وعلامات الإصابة الأولى بالممرض على نبات الذرة(يسار)

عن : (The IITA *Striga* Research Group,1997)

إن تأمين هذه الحالة يتم من خلال الأعداد الهائلة للبذور التي ينتجها الطفيلي. بعد إنبات البذرة تقوم بتحفيز العائل على تحرير مواد محفزة لتكوين الممصات كما ذكرنا في موضوع الإصابة والتي تشمل الأحماض الفينولية والكينونات والفلافونويدات ومن هذه المواد 2,6-dimethoxybenzoquinone الذي هو ناتج تحلل اللكنين. في مرحلة تكوين الممصات تبدأ اطراف الجذور بتكوين تراكيب خيطية بشكل إنتفاخات شعاعية تشبه الشعيرات الجذرية تقوم بلصق جذر الطفيلي إلى جذر العائل وتكوين بروزات اختراق (شكل3.18 و3.19يمين). الجزء المنتفخ من الجذر يحتوي على نسيج شفاف يسمى الجسم الشفاف (Hyaline Body) الذي يكون كثيف السايتوبلازم على نحو مميز ومواد بينية خارجخلوية (Yoshida & Shirasu, 2009). في حال كان العائل مناسبا تخترق الممصات الجذر وتقيم صلات عضوية مع عناصر الخشب للعائل وبذلك تنتهي مرحلة الاختراق.

بعد هذه المرحلة ونجاح الطفيلي في الحصول على الماء والمواد الغذائية من جذور العائل تتكون البادرة. البادرة تكون خالية من الكلوروفيل وتمتلك أوراق حرشفية وتكوّن الكثير من الجذور العرضية والتي بدورها تكوّن مزيدا من الممصات التي تخترق أنسجة العائل. تعمل البادرة على خلخلة التوازن الهرموني للعائل بحيث تحفزه على تكوين المزيد من الجذور. في هذه المرحلة والتي هي تحت سطح التربة يحصل مقدار مهم من الأذى للعائل.

المرحلة التالية التي هي بزوغ البادرة حيث يتكون الكلوروفيل (شكل3.19يسار) وتتكون الأزهار وتنتهي دورة الحياة بتكوين البذور(Nickrent & Musselman, 2004; The IITA *Striga* Research Group,1997). يكمل دغل الساحرة دورة حياته بدءا من إنبات البذرة ولغاية تكوين بذور جديدة خلال 3 – 4 اشهر (شكل 3.20) (Agrios,1997).



شكل 3.20 : دورة حياة النبات الطفيلي *Striga*

عن: (The IITA *Striga* Research Group,1997)

السيطرة على المرض (**Control**)

1. إتباع إجراءات الحجر الزراعي لمنع دخول النبات الطفيلي إلى المنطقة أو البلد المعني.
2. زراعة النباتات الصائدة وهي من النباتات البقولية المحفزة لإنبات البذور لكنها غير عائلة للطفيلي.
3. زراعة الأصناف المقاومة.
4. المكافحة الحيوية بالفطر *Fusarium oxysporum* (Elzein *et al.*,2009) وغيره من فطريات المكافحة الحيوية.

النبات الطفيلي ***Rhamphicarpa fistulosa***

يعـود جنس *Rhamphicarpa* إلى عائلة Scrophulariaceae وهـو قريب النبات الطفيلي دغل الساحرة (شكل 3.21 و3.22).

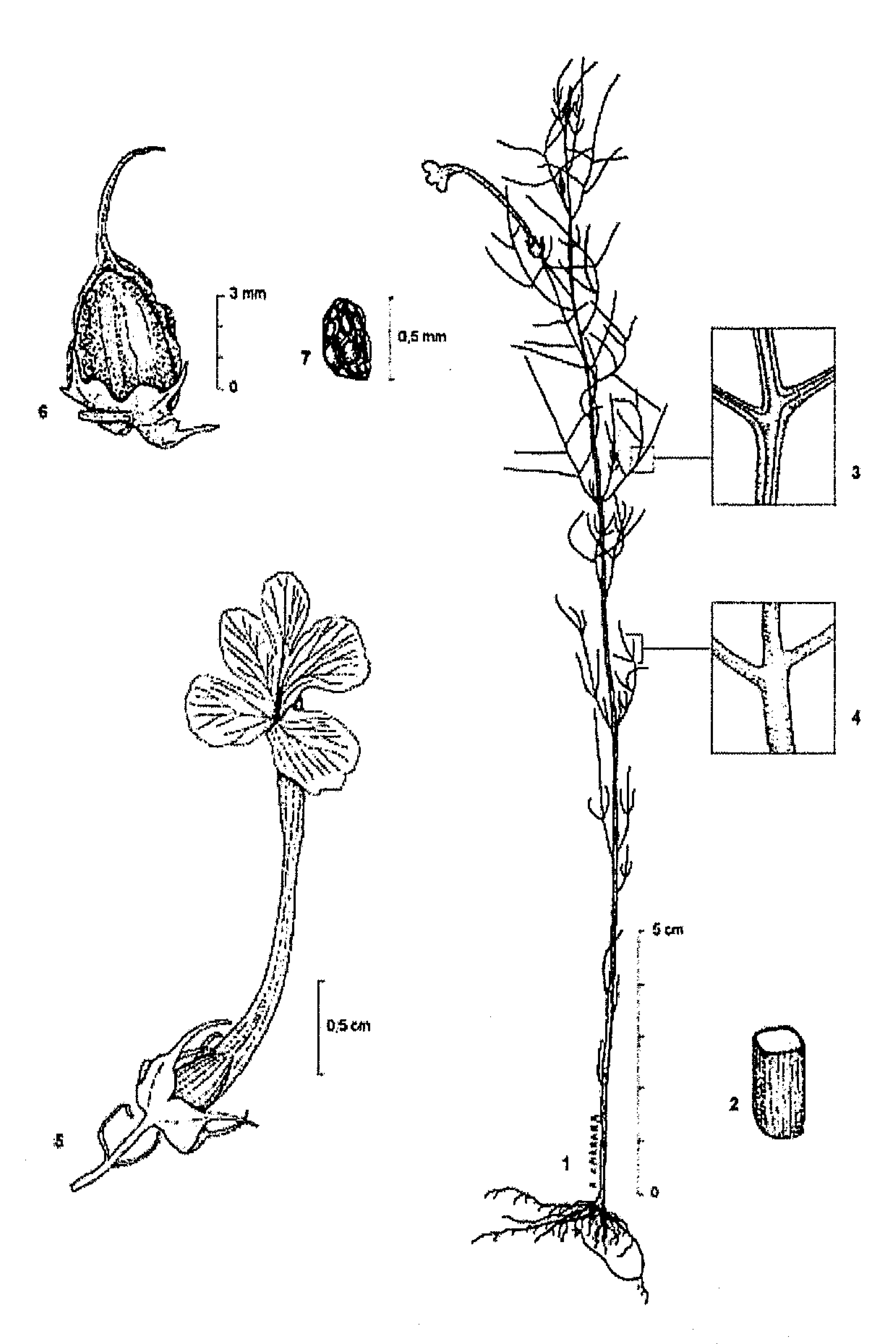
يعتبر هذين النباتين الطفليين من أهم النباتات الطفيلية المهددة خاصة لإنتاج الرز في أفريقيا.

Rhamphicarpa fistulosa هـو نبات اختياري التطفل على محاصيل الحبوب متكيف للنمو في الأراضي المنخفضة، بينما دغل الساحرة متكيف للنمو في الأراضي المرتفعة.

ينتشر الطفيلي في بنين وبوركينوفاسو وغينيا ومالي ويسبب خسائر في إنتاج الرز تصل إلى 40 – 100 %(Gbèhounou,2006). النبات سريع النمو والتكاثر وهو من نباتات الأدغال المجتاحة في أفريقيا جنوب الصحراء.

بذور الطفيلي لا تحتاج إلى محفز يفرز من العائل من أجل الإنبات لكنها تحتاج إلى الضوء. البذور تتطلب سبات من 6 أشهر.

بعد إنبات البذور وتماس جذور النبات الطفيلي مع جذور النبات العائل، تنتفخ جذور النبات الطفيلي وتكون ممصات تتمكن من تحقيق روابط مباشرة مع نسيج الخشب لجذور العائل. بينت التجارب خارج الجسم الحي وتجارب الأصص أن *R. fistulosa* هو نبات اختياري التطفل كونه يتمكن من إكمال دورة حياته دون الحاجة للعائل. مع ذلك فإن النبات الطفيلي تحت هكذا ظروف يكون أصغر بكثير وينتج القليل من البذور مقارنة بالحالة الطفيلية. أما الملاحظات الحقلية فتبين ان هذا الطفيلي مدمر لمحاصيل الحبوب (Ouedraogo *et al.*,1999).



شكل 3.21 : رسم يدوي للنبات الطفيلي *Rhamphicarpa fistulosa*



شكل 3.22 : النبات الطفيلي *Rhamphicarpa fistulosa* في الحقل

النبات الطفيلي ***Rhinanthus minor***

النبات الطفيلي *Rhinanthus minor* أو المجلجل الأصفر (Yellow Rattle) هو طفيلي اختياري (Hemiparasite) عشبي حولي، يحتوي على الكلوروفيل، يعود إلى عائلة *Orobanchaceae* كما يوضع في عائلة *Scrophulariaceae*. يضم جنس

Rhinanthus حوالي 43 نوعا 28 منها في بريطانيا. يهاجم هذا الطفيلي طيفا واسعا من النباتات العائلة يزيد عن 20 نوعا ويسبب لها أضرارا كبيرة. الطفيلي يصيب الجذور ويشيع في أراضي المروج الطبيعية وشبه الطبيعية في المناطق المعتلة الشمالية في أوروبا وآسيا وأميركا الشمالية. يختزل النبات الطفيلي هذا الكتلة الحيوية للنباتات العائلة. النبات الطفيلي *R. minor* يهاجم محاصيل الحبوب والنباتات البقولية كعوائل مفضلة (Cameron *et al.*,2006).

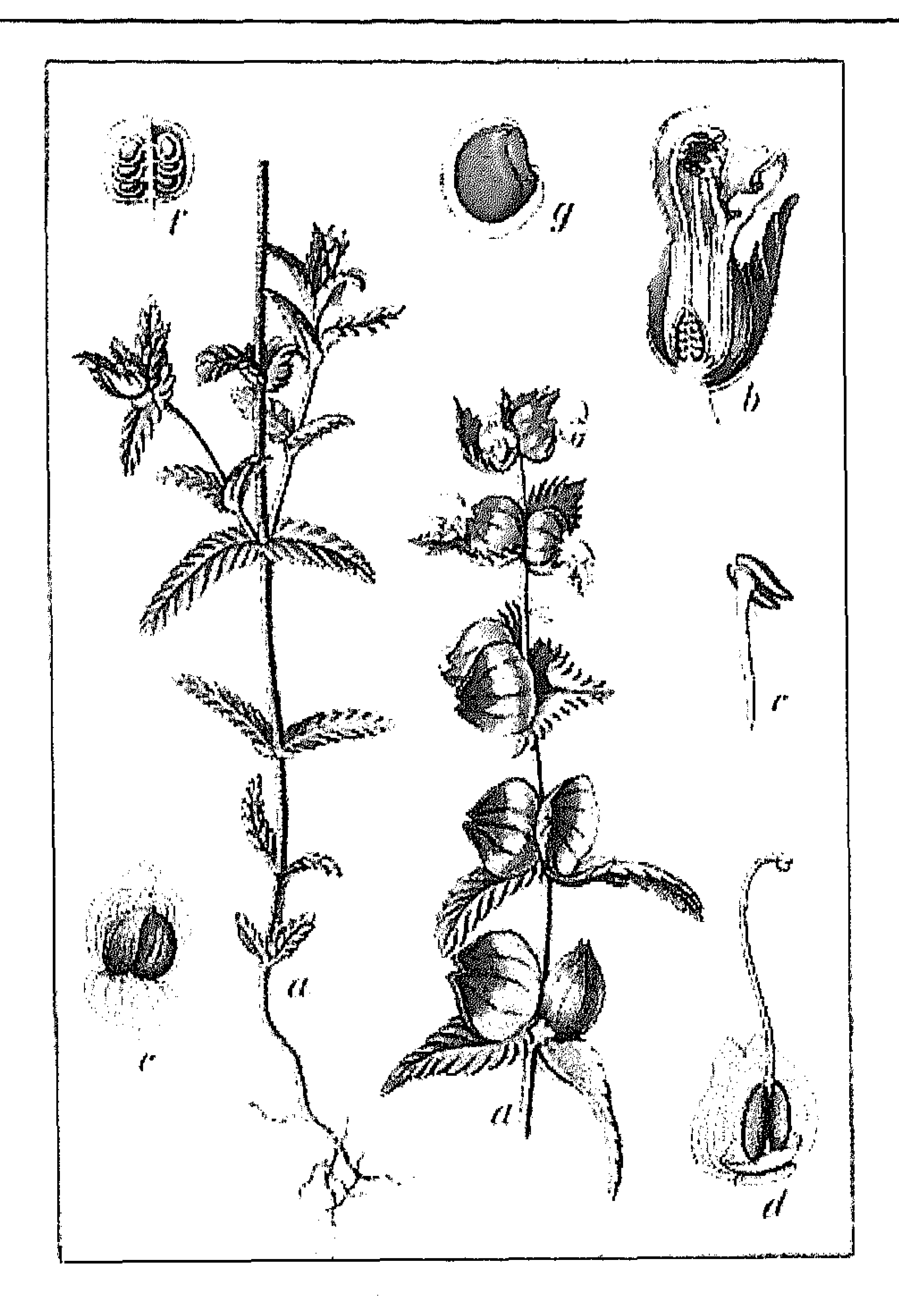
لهذا النبات الطفيلي تاثير في النظام البيئي كونه يحدد نمو الأدغال السائدة في المروج فاسحا المجال أمام نمو الأنواع الأخرى من النباتات.

تنمية النبات تتم بزراعة بذور الموسم الجاري.

النبات الطفيلي *Rhinanthus minor* عشبي، حولي، صيفي. الساق قائم، بسيط أو متفرع يصل طوله إلى 50 سم، رباعي الزاوية، يظهر تخطيط أو تبقع أسود. الأوراق متقابلة، جالسة، بيضوية إلى رمحية، ذات حواف تامة أو مسننة. الأزهار مفردة، شبه جالسة في آباط قنابات شبه ورقية، تحمل في نورة زهرية رسيمية شبه سنبلية طرفية. الكاس رباعي التسنن، اخضر وسطي مشوب بالحمرة. التويج أنبوبي شفوي مفتوح نوعا ما، أصفر إلى أصفر بني، الشفا العليا ذات سنين بنفسجيين تحمل المتوك بينما الشفا السفلى ثلاثية التفصص وتبتعد عن الشفا العليا. الثمرة بشكل علبة جافة تحتوي القليل من البذور التي تكون مجلجلة عند نضجها ومن هنا أشتق الأسم الشعبي للنبات. البذور قرصية مجنحة(Westbury,2004) (شكل 3.23 و3.24).

بين (Jiang *et al.*,2008) أن تفضيل النبات الطفيلي *Rhinanthus minor* للنباتات البقولية كعوائل يرجع إلى ضعف مقاومة هذه النباتات وفشله في إصابة النباتات غير البقولية إلى قوة استجاباتها الدفاعية.

بالإضافة إلى اضراره الغذائية الطفيلية، يؤدي نمو النبات الطفيلي هذا إلى تثبيط التركيب الضوئي للعائل ويخفض تبعا لذلك من كتلته الحيوية. أما النباتات المقاومة مثل لسان الحمل (Plantago) فتتمكن هي من تثبيط نمو الطفيلي من خلال تثبيطها لمعدل نقل الإلكترونات (Cameron *et al.*,2008).



شكل 3.23 : رسم يدوي للنبات الطفيلي *Rhinanthus minor*

عن : commons.wikimedia.org



شكل 3.24 : النبات الطفيلي *Rhinanthus minor*(يسار) وصورة مقربة لأزهاره(يمين)
عن : thewildflowersociety.com

النبات الطفيلي *Agalinis purpurea*

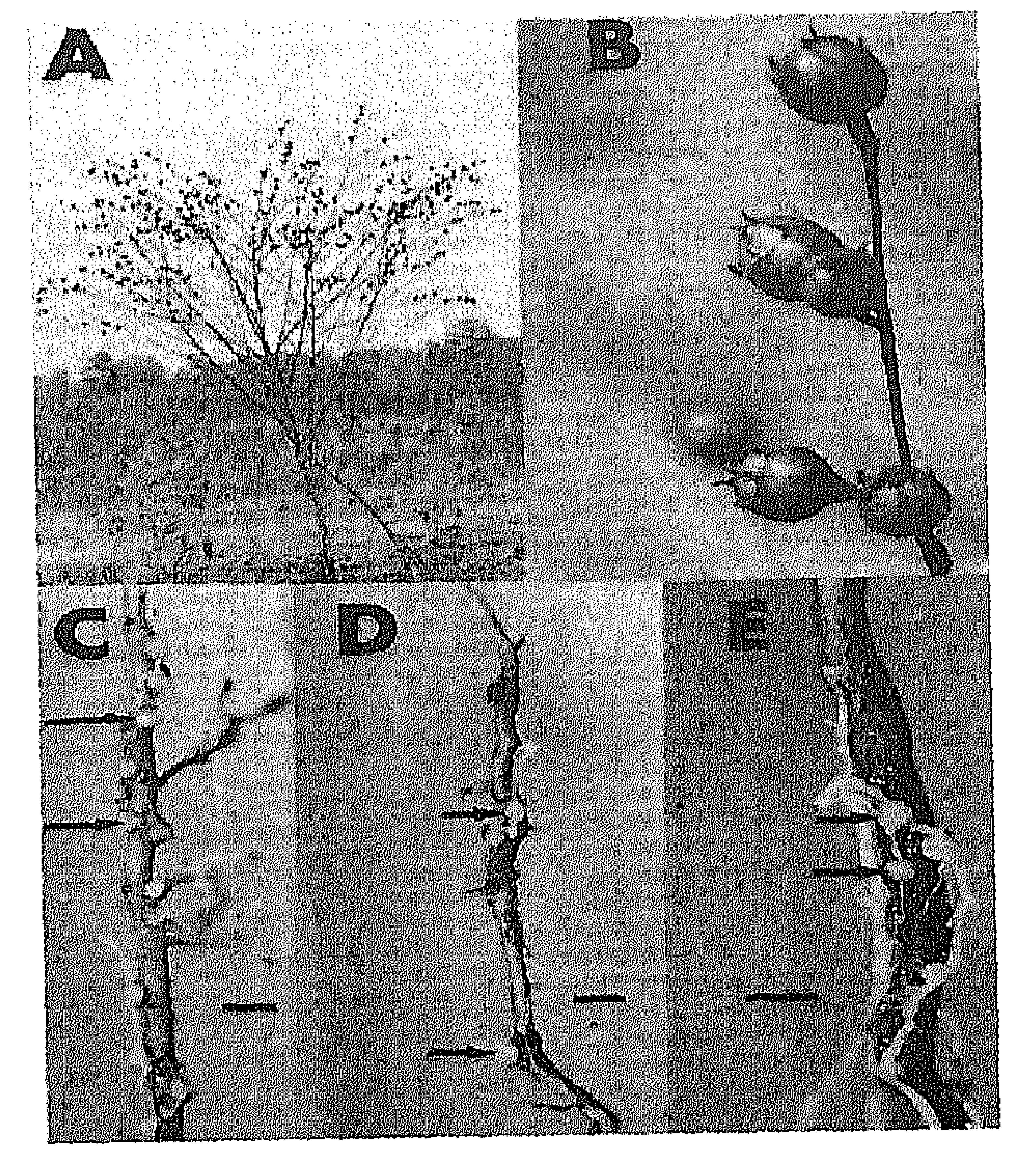
ويسمى شعبيا بالجيرارديا الأرجواني، من عائلة *Scrophulariaceae*. النبات طفيلي اختياري حولي. طول النبات مختلف ويعتمد على توفر الأشجار العائلة، النبات البالغ الجيد النمو يصل إلى ارتفاع 3 م (شكل3.25). هذا النبات الطفيلي ينمو على اشجار الغابات غير الكثيفة لحاجته إلى الضوء. الأزهار أرجوانية تتفتح في نهاية الصيف وبداية الخريف. الثمرة من نوع العلبة (شكل3.26) تحمل البذور في تركيب يشبه خلايا النحل. تحمل الثمرة 125 – 150 بذرة بينما يتمكن النبات الكبير من إنتاج 32 000 بذرة. تنتشر البذور أساسا بواسطة الرياح وربما المياه الضحلة ايضا. نسبة إنبات البذور تكون عالية جدا بعد الخزن في 3 مْ لمدة 21 يوما.

جذر النبات الطفيلي يلتف حول جذر العائل ويكون العديد من الممصات على جذور العائل في صفوف. الملفت أن الممصات تبقى حية حتى بعد موت الأجزاء الأخرى للطفيلي.

النبات الطفيلي *Agalinis purpurea* غير خصوصي العائل لكنه لا يزدهر بغياب النباتات الخشبية. التأثير الضار للطفيلي على النباتات العائلة المتمثل بالإصفرار وضعف النمو يتوضح في السنة الثانية من زراعتها.



شكل 3.25 : صورة ملونة للنبات الطفيلي *Agalinis purpurea*



شكل 3.26: النبات الطفيلي (A) *Agalinis purpurea* النبات الناضج، طوله 1 م. (B) ثمار العلبة وهي تبتديء التفتح. (C) ممصات الطفيلي على جذر نبات الجميز. (D) ممصات الطفيلي على جذر نبات العلكة الحلوة. (E) ممصات الطفيلي على جذر نبات الصنوبر

عن : (Musselman *et al.*,1978)

النباتات الطفيلية *Balanophora*

تتألف عائلة *Balanophoraceae* من 16 – 17 جنسا تضم حوالي 50 نوعا من النباتات الإستوائية وشبه الإستوائية التامة التطفل على جذور الأشجار. هذه النباتات تامة التطفل كونها فاقدة تماما للصبغات الخضراء. الجزء الظاهر من النبات هو النورة الزهرية التي تكون شبيه بالعرهون (شكل3.27).

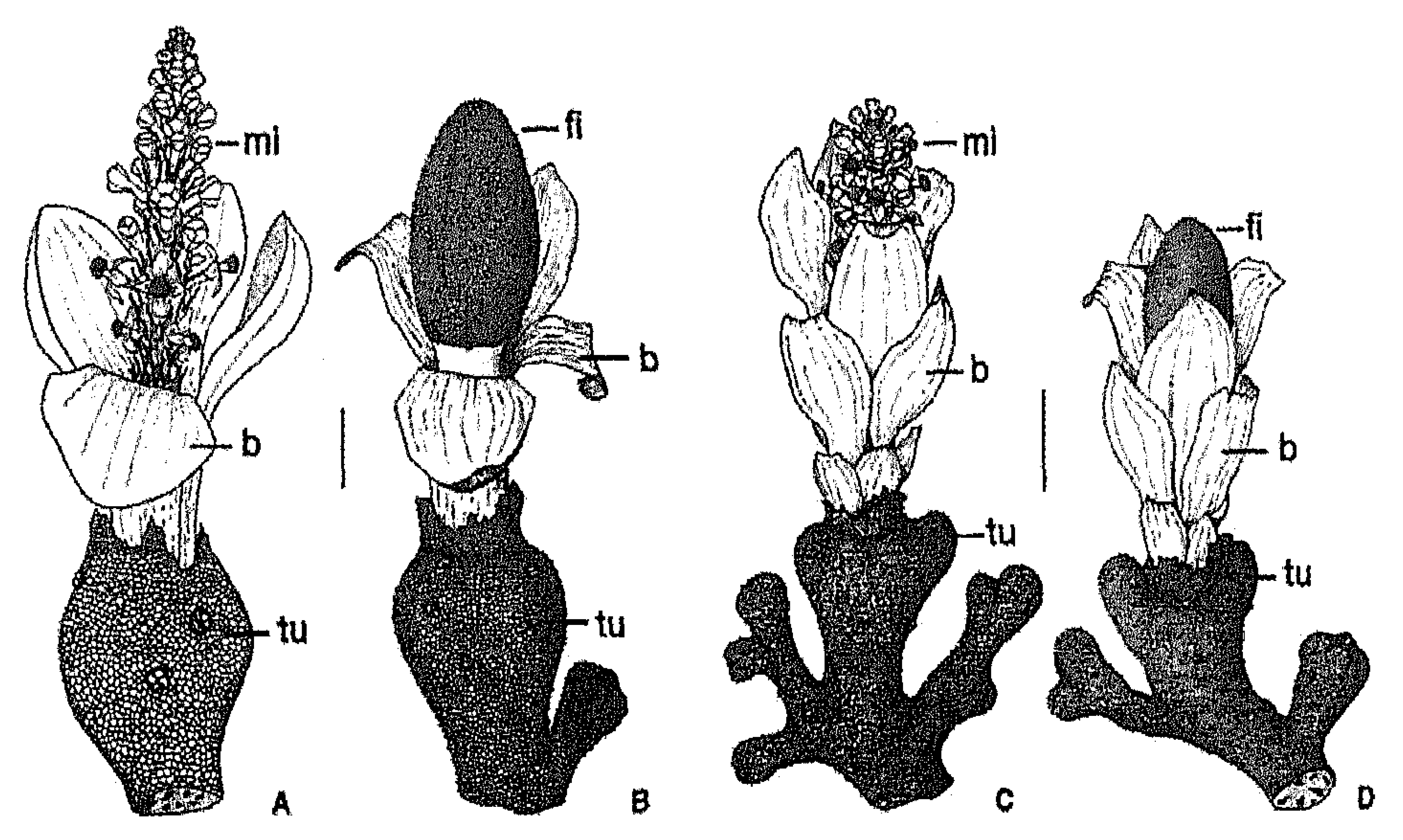


شكل 3.27 : النبات الطفيلي *Balanophora*، النبات الذكري (يسار) النباتات الأنثوية(يمين) عن : (Wikipedia,2011)

نباتات *Balanophora* من ذوات الفلقتين تضم 15 نوعا تتوطن المناطق الإستوائية من العالم القديم وتتطفل على ما لا يقل عن 74 نوعا من النباتات تعود إلى 35 عائلة. من الأنواع الواسعة الانتشار والمعروفة جيدا *Balanophora fungosa* (شكل3.28) الذي يتطفل على أكثر من 25 نوعا من النباتات (Kipgen & Jibankumar,2010) و *Balanophora indica* وهو نبات معمر يتطفل على اشجار البن(Nickrent & Musselman,2004). النبات الطفيلي المعمر *Balanophora*

kuroiwai يتطفل على جذور *Pongamia pinnata* من العائلة البقولية و *Macaranga tanarius* من عائلة *Euphorbiaceae* و *B. tobiracola* تتطفل على *Pittosporum tobira* من عائلة *Pittosporaceae* و *Ligustrum*

japonicum من عائلة *Oleaceae* و *Rhaphiolepis indica* var. *umbellata* من عائلة *Rosaceae* (Kawakita & Kato,2002).

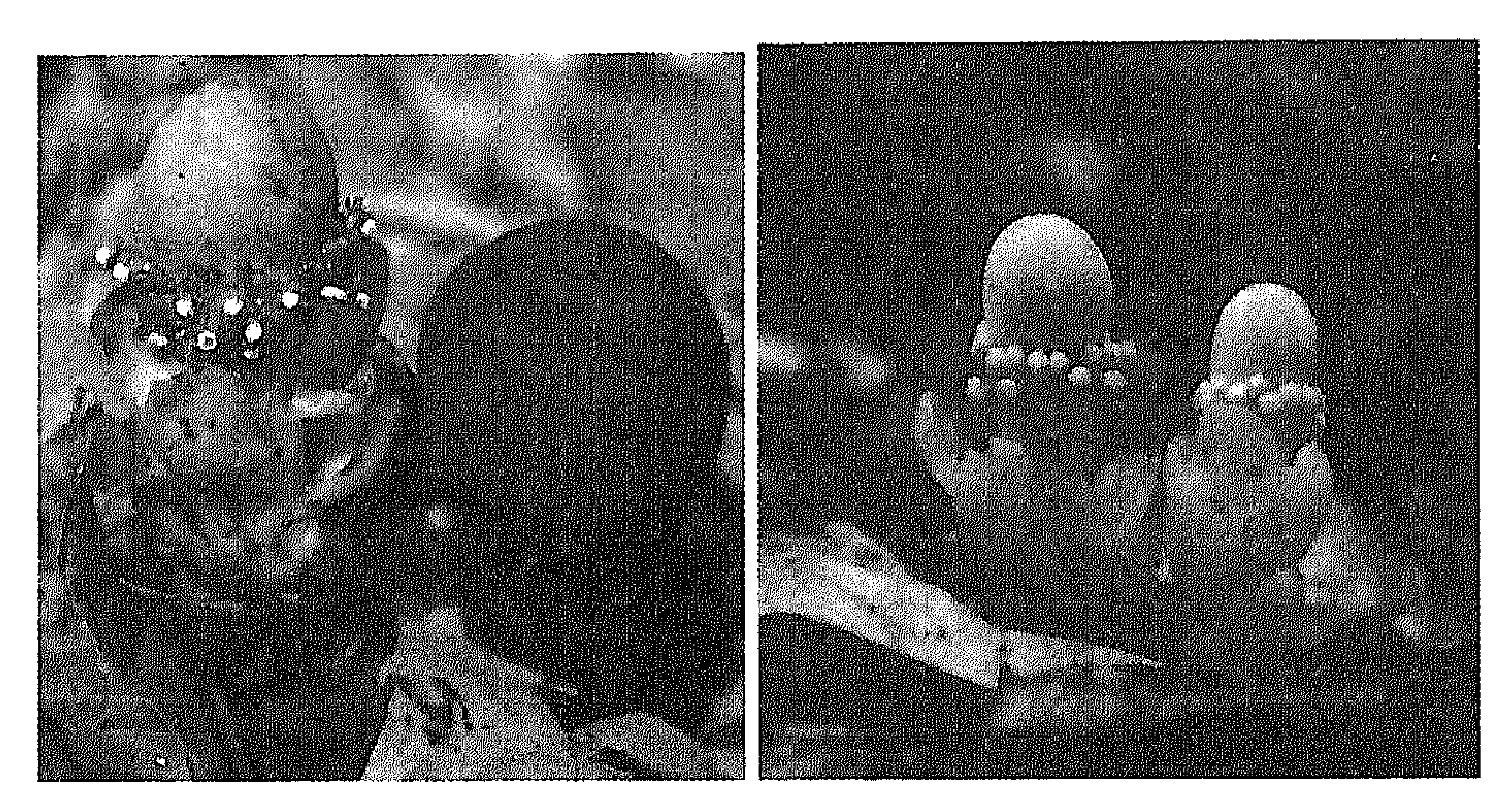


شكل 3.28 : رسم يدوي لأنواع *Balanophora*. النبات الطفيلي *B. papuana* (A) النبات الذكري. (B) النبات الأنثوي، لاحظ تفرع الدرنة. النبات الطفيلي *Balanophora elongate* (C) النبات الذكري. (D) النبات الأنثوي، لاحظ تفرعات الدرنة. الدرنات تكون تحت أرضية في الغالب. mi النورة الذكرية، fi النورة الأنثوية، b القنابة، tu الدرنة. الخط = 1 سم.

عن : (Eberwein *et al.*,2009)

تتميز هذه النباتات الطفيلية بتكوين الصلة مع جذور العائل بواسطة درنة (Tuber). الجزء فوق الأرضي للنبات الطفيلي يتمثل بنورة زهرية لحمية سميكة ذات أوراق حرشفية (قنابات) وأحياناً بدونها كما في الجنسين *Lathrophytum* و *Chlamydophytum*. النورة الزهرية تنشأ من الدرنة وتحمل أزهار ذكرية أو أنثوية

صغيرة جدا ربما تكون أصغر أزهار النباتات وكثيرة جدا أو كليهما. العديد من أنواع العائلة تكون ثنائية المسكن (Eberwein *et al.*,2009) (شكل3.29). الثمرة غير متفتحة من نوع البندقة.



شكل 3.29 : النبات الطفيلي ***Balanophora fungosa***. كل نورة زهرية تحمل آلاف الأزهار الأنثوية (في القمة) وعدد قليل من الأزهار الذكرية البيضاء عند القاعدة(يسار) إلى اليمين النورات الزهرية قديمة والأزهار الذكرية شاحبة اللون

عن : (Kawakita & Kato,2002)

تقوم حشرات النمل والصراصر وغيرها بالانجذاب إلى رحيق الأزهار والتطفل على الأجزاء الزهرية لكنها تقوم بعملية التلقيح (Kawakita & Kato,2002).

عند إنبات بذرة نبات *Balanophora*، تنمو إلى الخارج خلايا البشرة الداخلية في طرف الجذير كتركيب درني وتربط بذرة الطفيلي بجذر العائل. تستطيل صفوف خلايا الجذير لتشكل ممص أولي وتوطد الصلة النسيجية بأوعية العائل. ينشأ ممص ثانوي من المرستيم المجاور للممص الأولي. بقية الجنين يسهم بتكوين الدرنة (Shivamurthy *et al.*,1980).

الهالوك *Orobanche*

Broomrapes *Orobanche*

وصف النبات الطفيلي *Orobanche* سنة 1753 من قبل عالم النبات المعروف Linnaeus والإسم العلمي له مشتق من الكلمات اللاتينية orobos وتعني نبات الجلّبان وancho وتعني خنّاق أي خناق الجلبان لتعكس تاثير النبات الطفيلي على العائل.

يسبب الهالوك خسائر اقتصادية مهمة على النباتات العائلة في جنوب أوروبا على الفاصوليا وفي الولايات المتحدة على التبغ والبرسيم والطماطة وعباد الشمس والباقلاء. كما يسبب الهالوك تفشيات شديدة على الفاصوليا في مصر حيث يبلغ ارتفاع النبات الطفيلي 3 .3 م كما أنه منتشر في العراق ويسبب خسائر اقتصادية مهمة خصوصا في منطقة زراعة الطماطة الحقلية في دهوك بشمال العراق. الخسائر المقدرة عن الإصابة بهذا الطفيلي تتراوح بين 5 إلى 100 % والإصابات الشديدة يمكن ان تؤدي إلى ترك الحقول. في أوروبا الشرقية وأسبانيا تسبب الإصابة بالهالوك *O. Cumana* خسائر في عباد الشمس تصل إلى 50 % ويعتبر من المشاكل المهددة لإنتاجه ويسبب الهالوك العقدي خسائر بمحصول التبغ في الهند تصل إلى 25 % ويسبب خسارة في محصول الهندباء *Taraxacum koksaghyz* الذي يزرع من أجل المطاط تصل إلى 48 %. كما يصيب الهالوك الكثير من نباتات الأدغال. ويسبب الهالوك *O. aegyptiaca* خسائر مهمة على البطيخ وسط آسيا ويحفز النبات على إنتاج سم يؤدي إلى خفض القيمة التسويقية للمحصول. عموما يهاجم الهالوك النباتات الباذنجانية عدا الفلفل ويهاجم البقوليات والجزر والكرفس والمعدنوس واللهانه والقرنبيط والخس وعباد الشمس والعديد من الأدغال(Hurtado,2004 ; Nickrent & Musselman,2004 ; Alonso et al.,1996 ; Shindrova et al.,1998).

الممرض (Pathogen) : النبات الطفيلي الهالوك يتبع جنس *Orobanche*، وهو أكبر أجناس عائلة *Orobanchaceae* ويضم 170 نوعا. جنس *Orobanche* غير احادي الأصل التطوري فهو يضم خطين تطوريين هما *Orobanche* من بين أنواعه *O. crenata* و*O. cumana* والخط التطوري *Phelipanche* من بين انواعه *O. ramose* و *O. aegyptiaca*(Schneeweiss,2004).

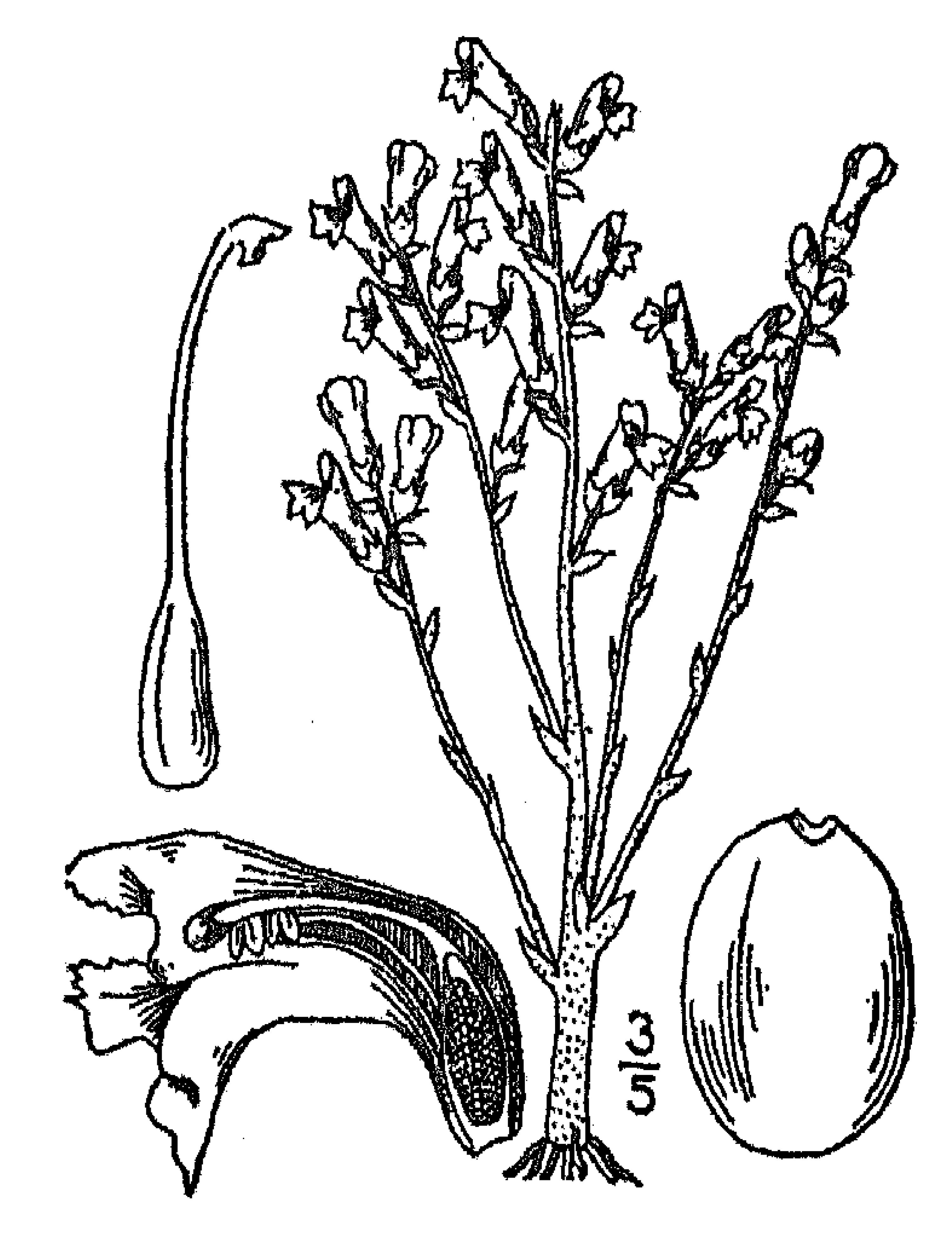
معظم هذه الأنواع تستوطن المناطق الدافئة الشمالية والمناطق المعتدلة وحوالي 10 % منها في المناطق الإستوائية ونوع واحد في المنطقة القطبية. يضم الجنس *Orobanche* 100 نوعا من النباتات غير المتفرعة الفاقدة للكلوروفيل، الكلية التطفل (Holoparasitic). معظم أنواع هذا الجنس تنمو في منطقة البحر المتوسط وغرب آسيا حيث تهدد الزراعة على مساحة 16 مليون هكتار والتي تعادل 1.2 من الأراضي القابلة للزراعة في العالم(Sauerborn *et al.*,2002). تنتشر هذه النباتات الطفيلية على نطاق العالم في أوروبا وآسيا وأميركا الشمالية والأنواع تكون محدودة المدى العوائلي حيث تتطفل على نوع واحد أو اثنين من النباتات العائلة عدا *O. ramose* الذي يتطفل على نباتات تعود إلى اكثر من 11 عائلة من ذوات الفلقتين.

ثمة جنسين من عائلة *Orobanchaceae* هما *Aeginetia* و*Christisonia* يضمان بعض الأنواع الطفيلية على نباتات الفلقة الواحدة لكنهما ضعيفي الأهمية الاقتصادية. *Aeginetia indica* يصيب محاصيل الحبوب و*Christisonia wightii* يصيب قصب السكر(Nickrent & Musselman,2004).

Orobanche ramosa

يعرف بهالوك القنب (Hemp Broomrape) أو الهالوك المتفرع. هذا النوع اصله أوروبا حيث يتوطن هناك خصوصا في أوروبا البحر المتوسط وأفريقيا وهو منتشر على نطاق العالم. هذا النبات الطفيلي يشكل آفة في الحقول الزراعية حيث يصيب عدة محاصيل خصوصا التبغ والبطاطا والطماطة.

النبات ثنائي الحول أو معمر إعتمادا على العائل. يكوّن النبات سيقان رفيعة قائمة منتفخة القاعدة تتصل بجذر العائل. السيقان لونها اصفر تنمو إلى ارتفاع 10 إلى 60 سم وسطحها مغطى بشعيرات غدية. بالطبع، هذا النبات الطفيلي خالي من صبغة الكلوروفيل والأوراق مختزلة قشرية 3 – 10 ملم بيضوية إلى بيضوية رمحية. النورة الزهرية تحمل بضعة ازهار، الكأس أصفر والتويج يتألف من بتلات ملتحمة إنبوبية بيضاء وزرقاء إلى أرجوانية. الثمرة من نوع العلبة تحتوي على الكثير من البذور الصغيرة جدا أو الغبارية(Encycloweedia,2007) (شكل3.30 و3.31).



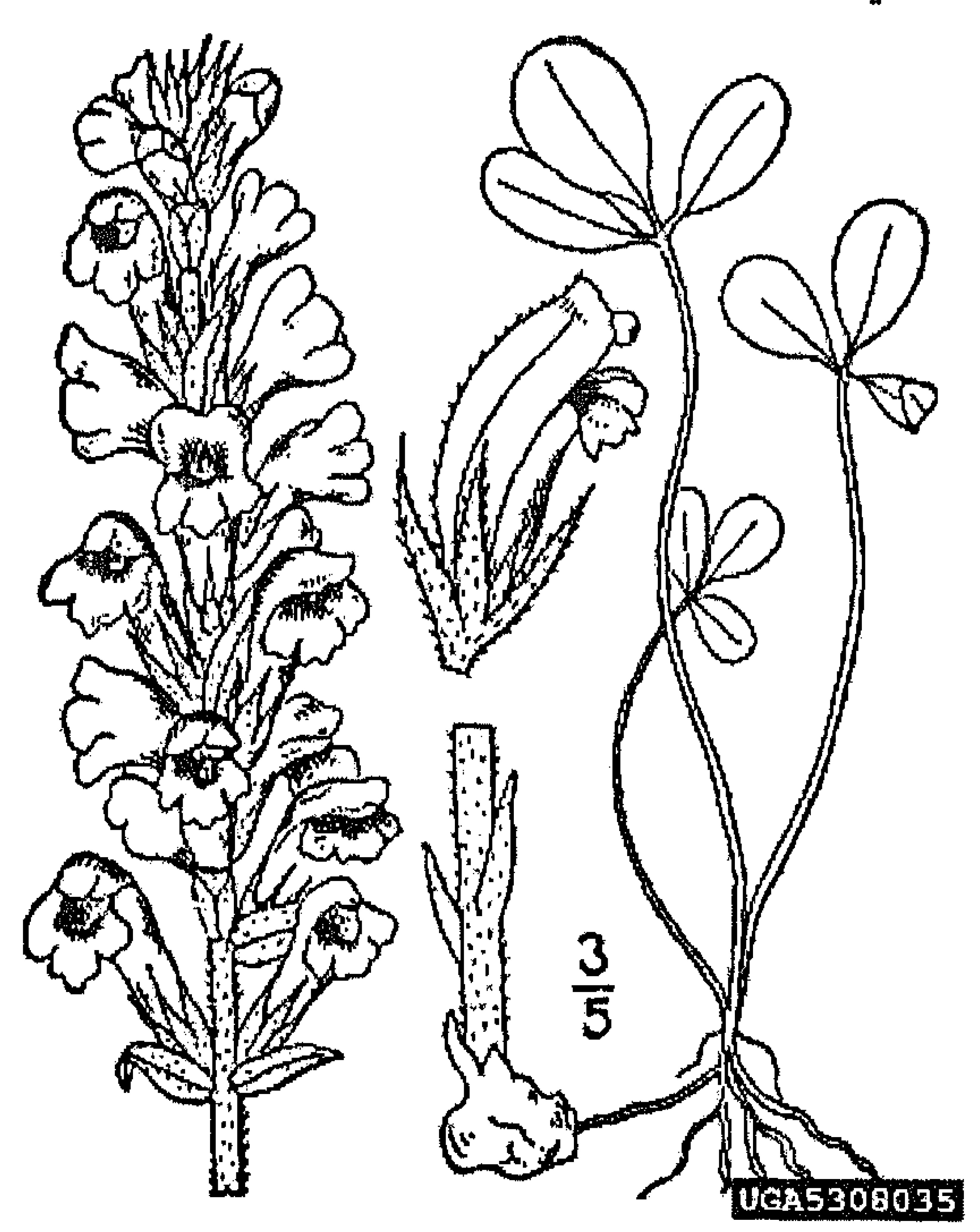
شكل 3.30 : رسم تخطيطي للنبات الكامل والأجزاء الزهرية والثمرة للطفيلي
Orobanche ramosa
(عن : **Kentucky Native Plant Society**)



شكل 3.31 : النبات الطفيلي *Orobanche ramose*

Orobanche minor

الهالوك الصغير، منشأه الأصلي الشرق الأوسط وشمال افريقيا مع ذلك فهو ذو انتشار عالمي. المدى العوائلي واسع فهو طفيلي مجبر على العديد من النباتات العريضة الأوراق خصوصا المحاصيل العلفية البقولية كالبرسيم *Trifolium* spp. والتبغ والفول السوداني وغيرها.



شكل 3.32 : رسم تخطيطي للنبات الطفيلي *Orobanche minor*

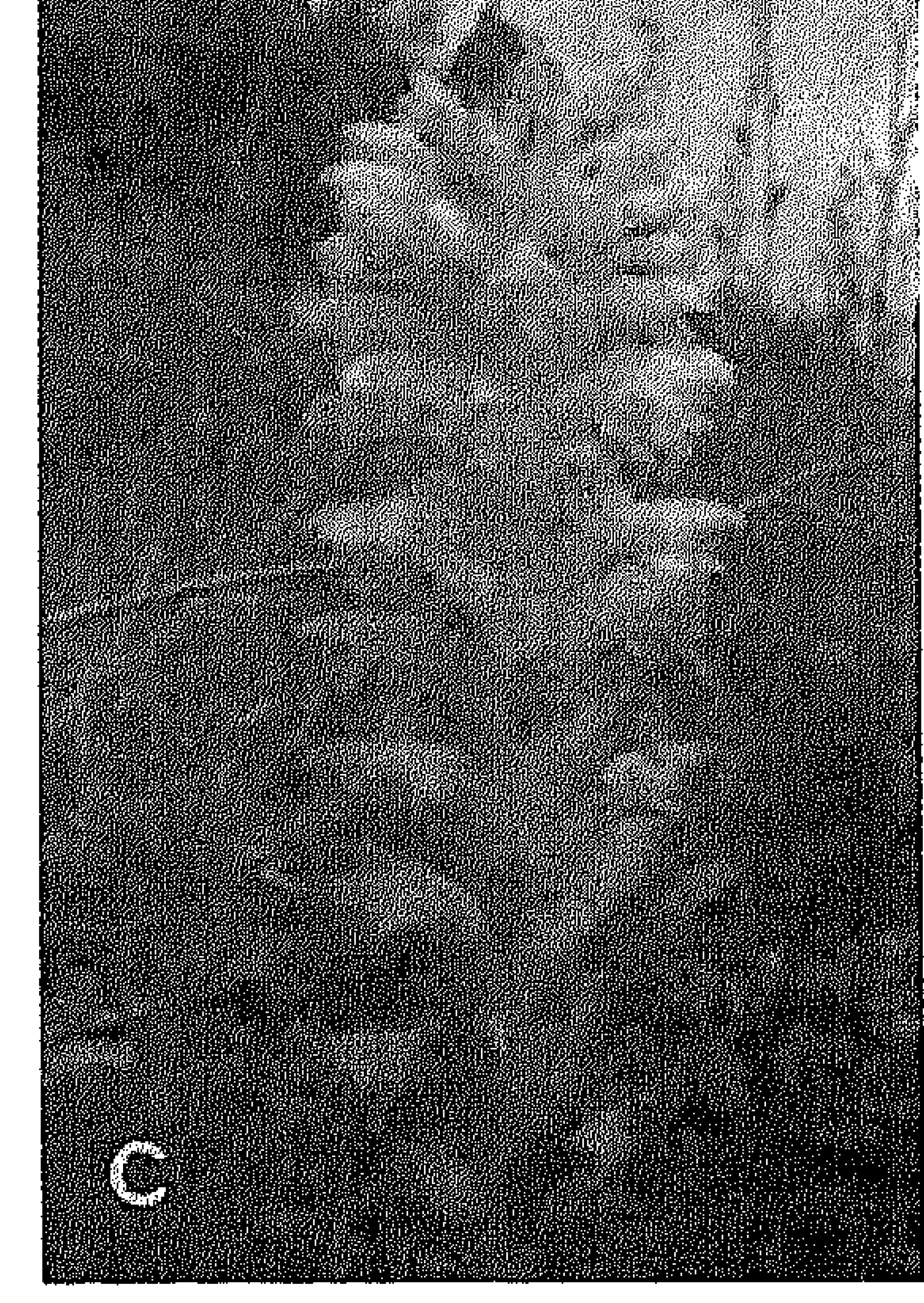
عن : (Richard Carter, Valdosta State University, Bugwood.org)

النبات يمكن أن يسبب اضرارا جسيمة على البرسيم المعد لإنتاج البذور ويمثل مشكلة على البرسيم الأحمر في ولاية أوركون الأمريكية. وأدخل النبات إلى جنوب وغرب أستراليا لكنه لا يهدد سوى *Vicia ervilia* (Fernández-Aparicio *et al.*,2007). النبات عشبي لحمي حولي طوله 15 – 56 سم. الساق بسيط غير متفرع، اصفر إلى تبني اللون، الأوراق صغيرة مثلثية الشكل متبادلة على الساق. الجذور قصيرة

غير متفرعة، لحمية متصلة بجذر النبات العائل. النورة الزهرية طرفية طويلة متجمعة. الأزهار تشبه أزهار حلق السبع، طول البتلات حوالي 1.2 سم. لون الأزهار أبيض مطفأ إلى أصفر مع علامات بنفسجية (شكل3.32 و3.33).

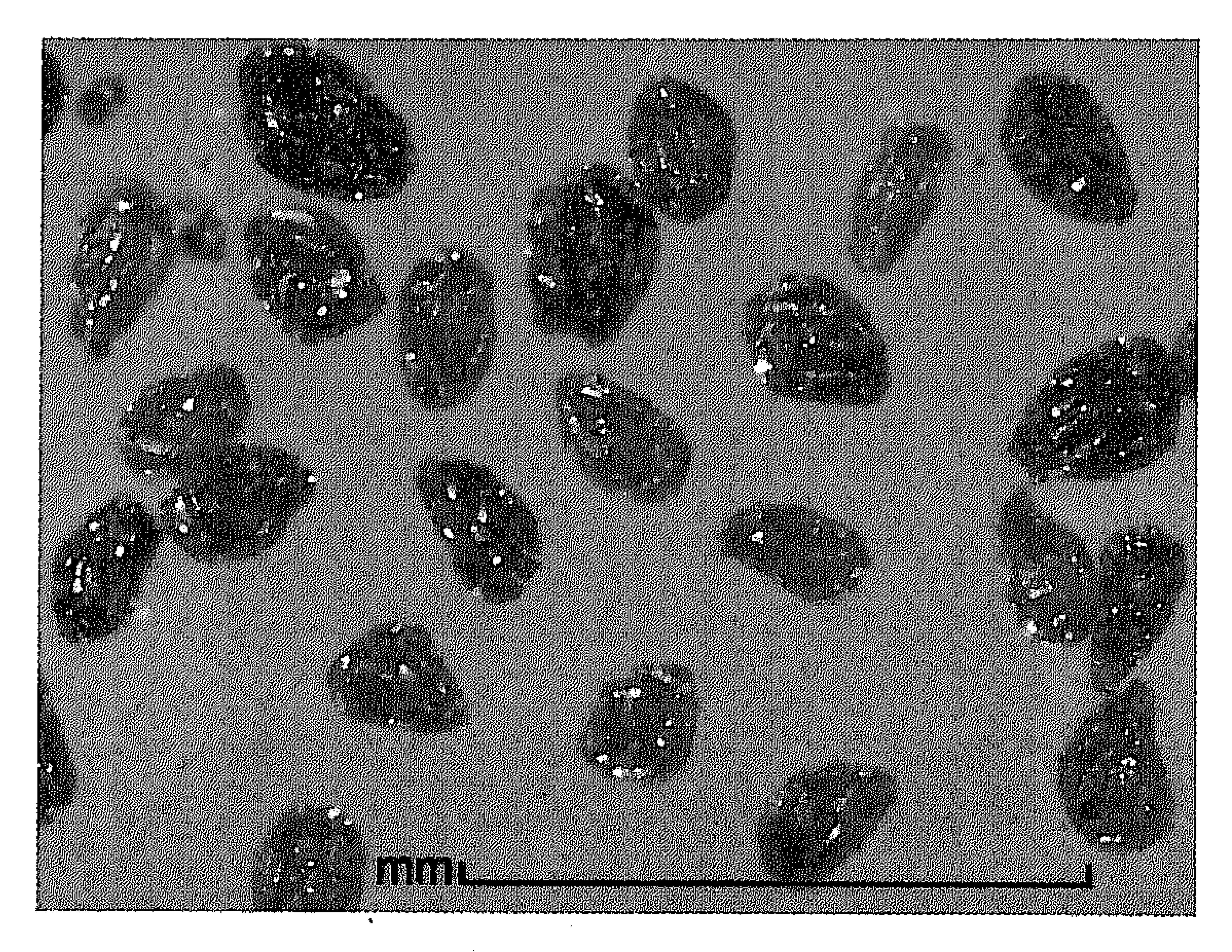






شكل 3.33 : (A) *Orobanche minor var. minor* على *Tropaeolum majus*، (B) *O. minor subsp. Maritime* على *Daucus carota*، (C) *O. minor var. flava* على *Trifolium repens*
عن : (Thorogood,?)

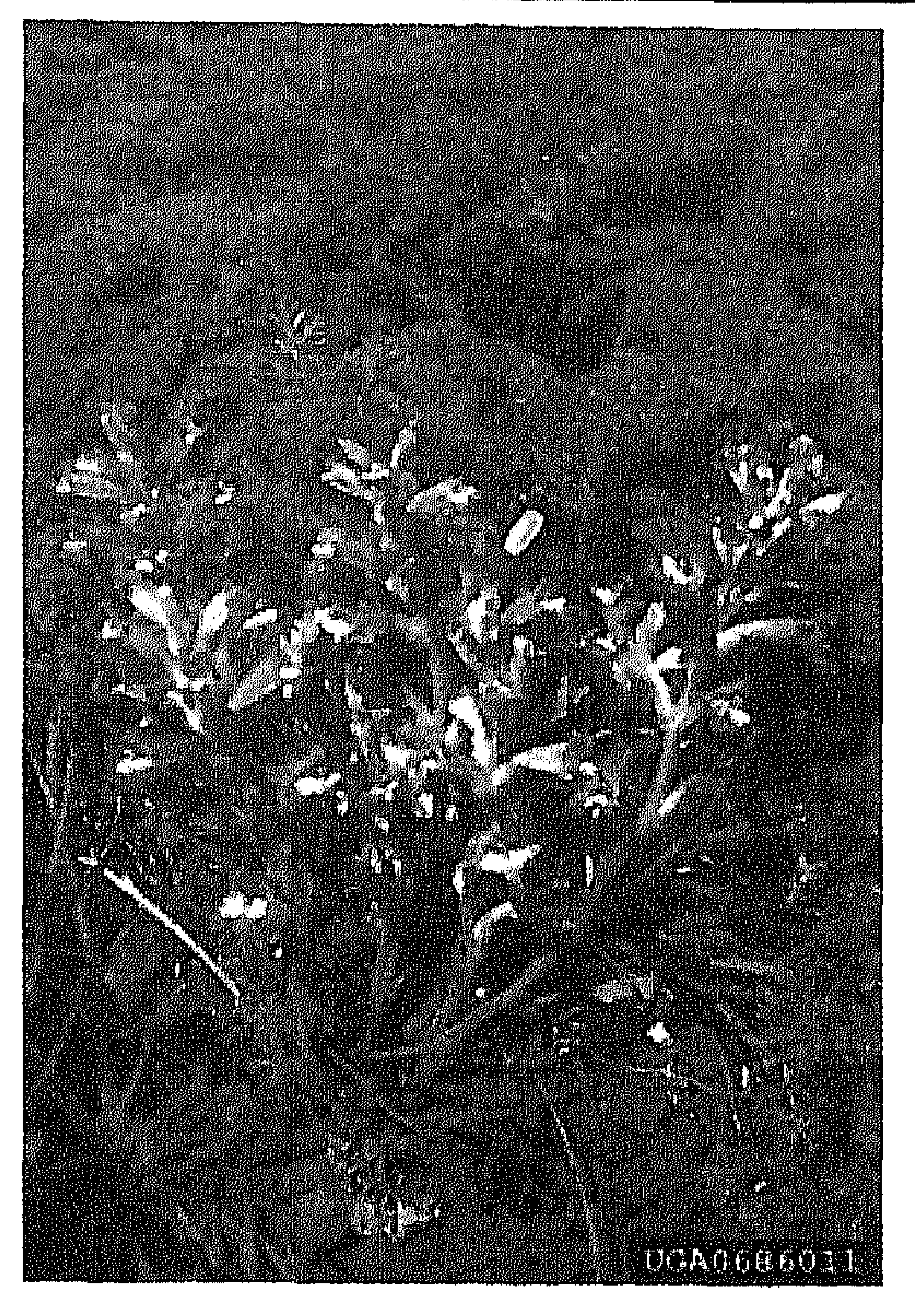
مدة تكوين الأزهار تكون قصيرة تبدأ بعد اسبوع وتتحرر البذور خلال شهر من البزوغ. البذور غزيرة ومطاولة قد تبقى حية لعشر سنوات أو اكثر(Miller *et al.*,1997) (شكل3.34). للنبات تحت نوع واحد وضربين (Thorogood,?).



شكل 3.34 : بذور النبات الطفيلي *Orobanche minor*

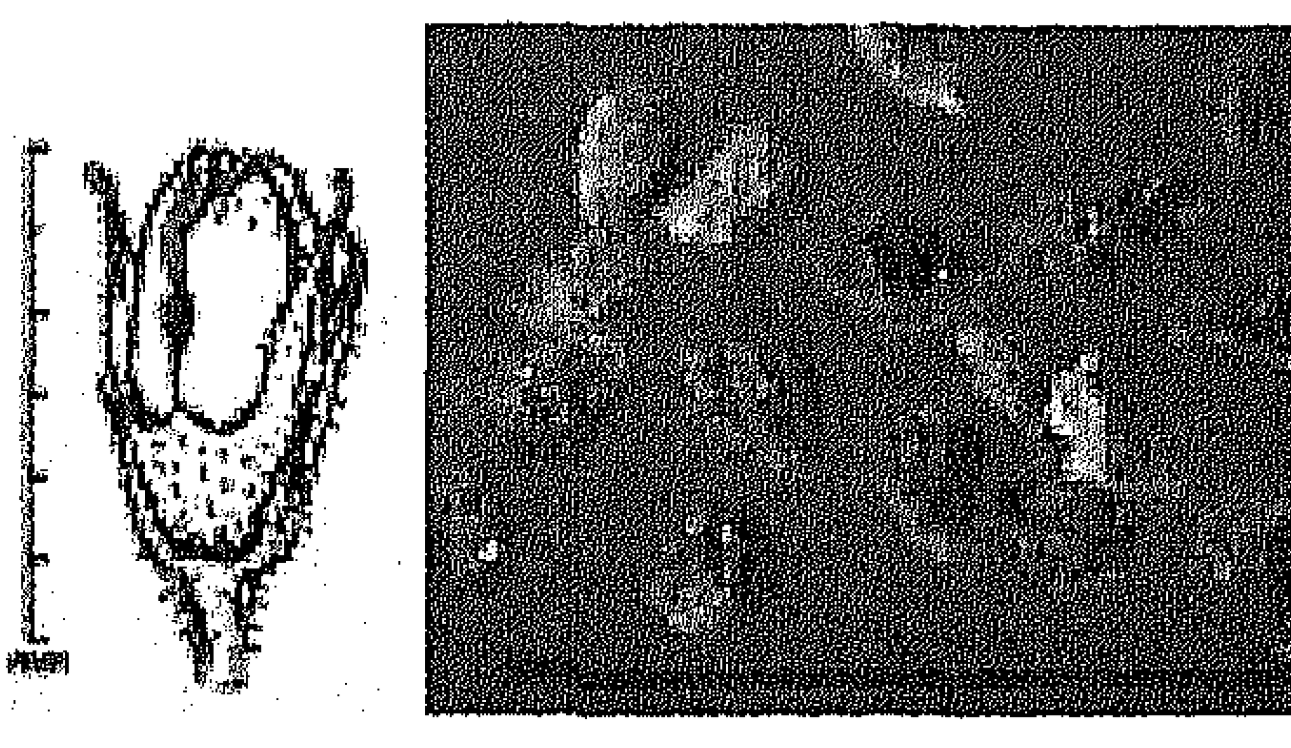
Orobanche aegyptiaca أو ***Phelipanche aegyptiaca***

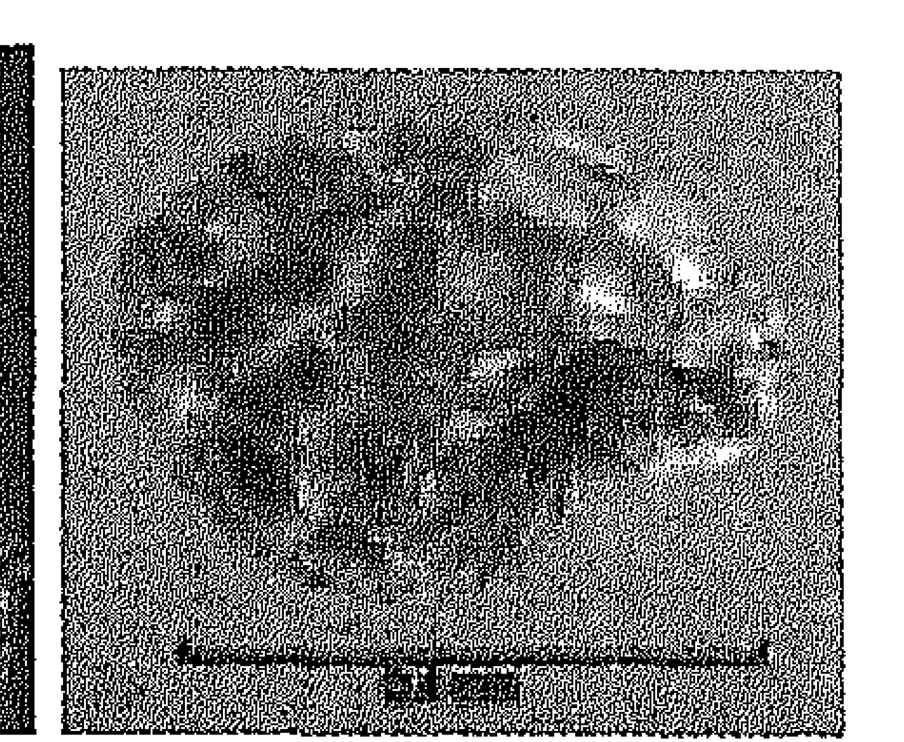
الهالوك المصري (شكل3.35)، ينتشر هذا النوع من الطفيلي أساسا في الشرق الأوسط وجنوب شرق أوروبا وشمال أفريقيا. يصيب نباتات ذوات الفلقتين كنباتات العائلة الباذنجانية مثل الطماطة والتبغ ونباتات عباد الشمس والرقي (*Citrullus lanatus*) والبطيخ (*Cucumis melo*) والباقلاء والفول السوداني. ويهاجم هذا الطفيلي نباتات العائلة الصليبية خصوصا اللهانة وكذلك نباتات عائلة *Apiaceae* و*Asteraceae* (Fernández-Aparicio *et al.*,2007). في الشكل 3.36 ثمرة وبذور النبات الطفيلي *Orobanche aegyptiaca*.

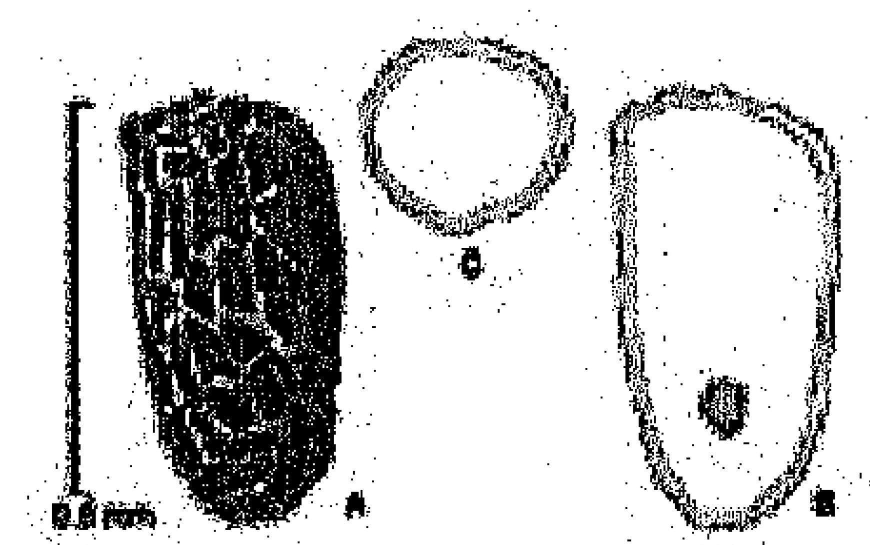


شكل 3.35 : النبات الطفيلي ***Orobanche aegyptiaca*** على الكرفس

عن : (**Dr. Reuven Jacobsohn**)





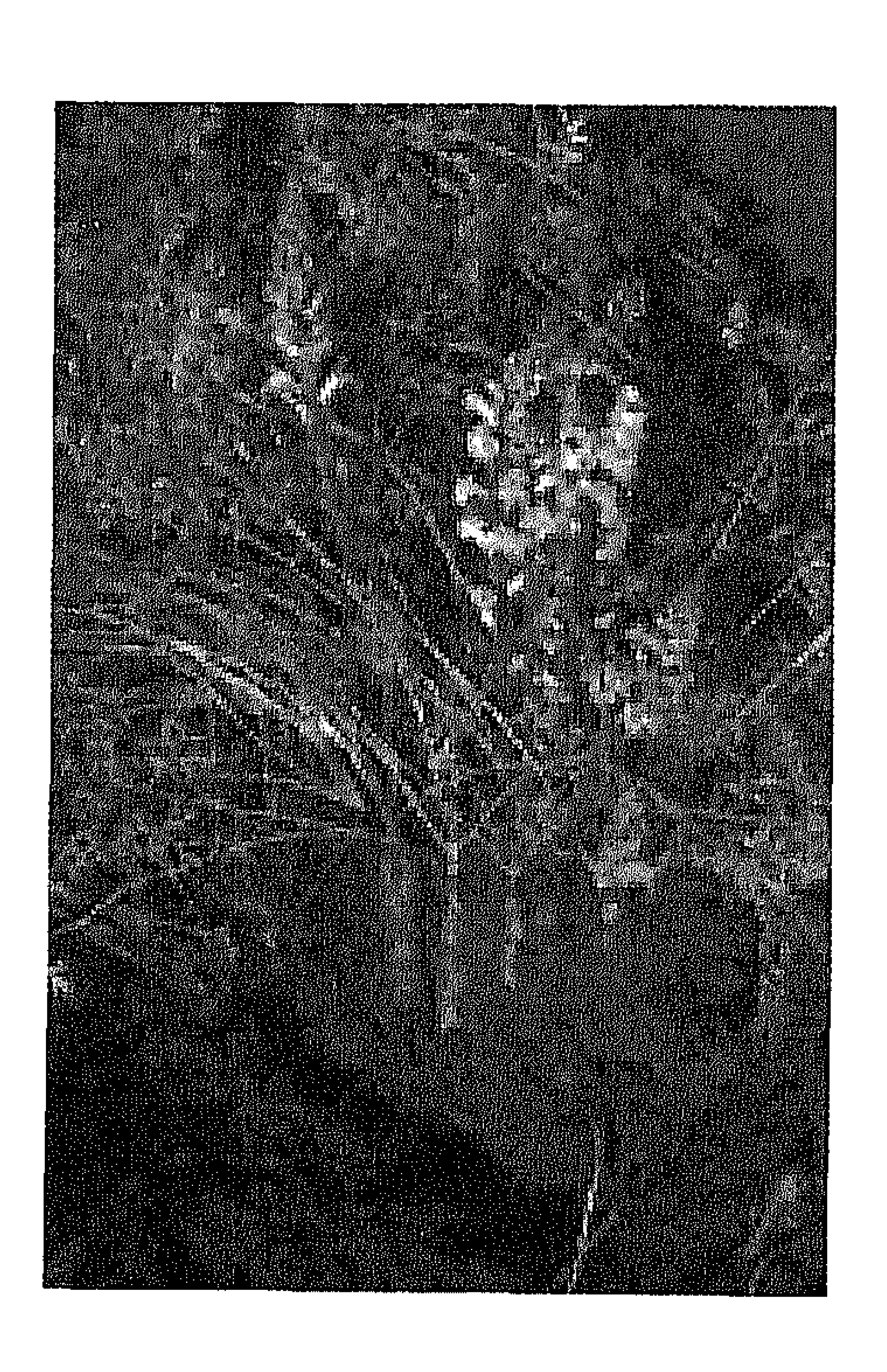


شكل 3.36: صور بذور ***O. aegyptiaca***(يمين) ورسوم الثمرة والبذرة **A** ومقطع طولي في البذرة يبين موقع الجنين **B** ومقطع عرضي في البذرة **C**

عن : (**Federal Noxious Weed Dissemunules of The U. S.,2008b**)

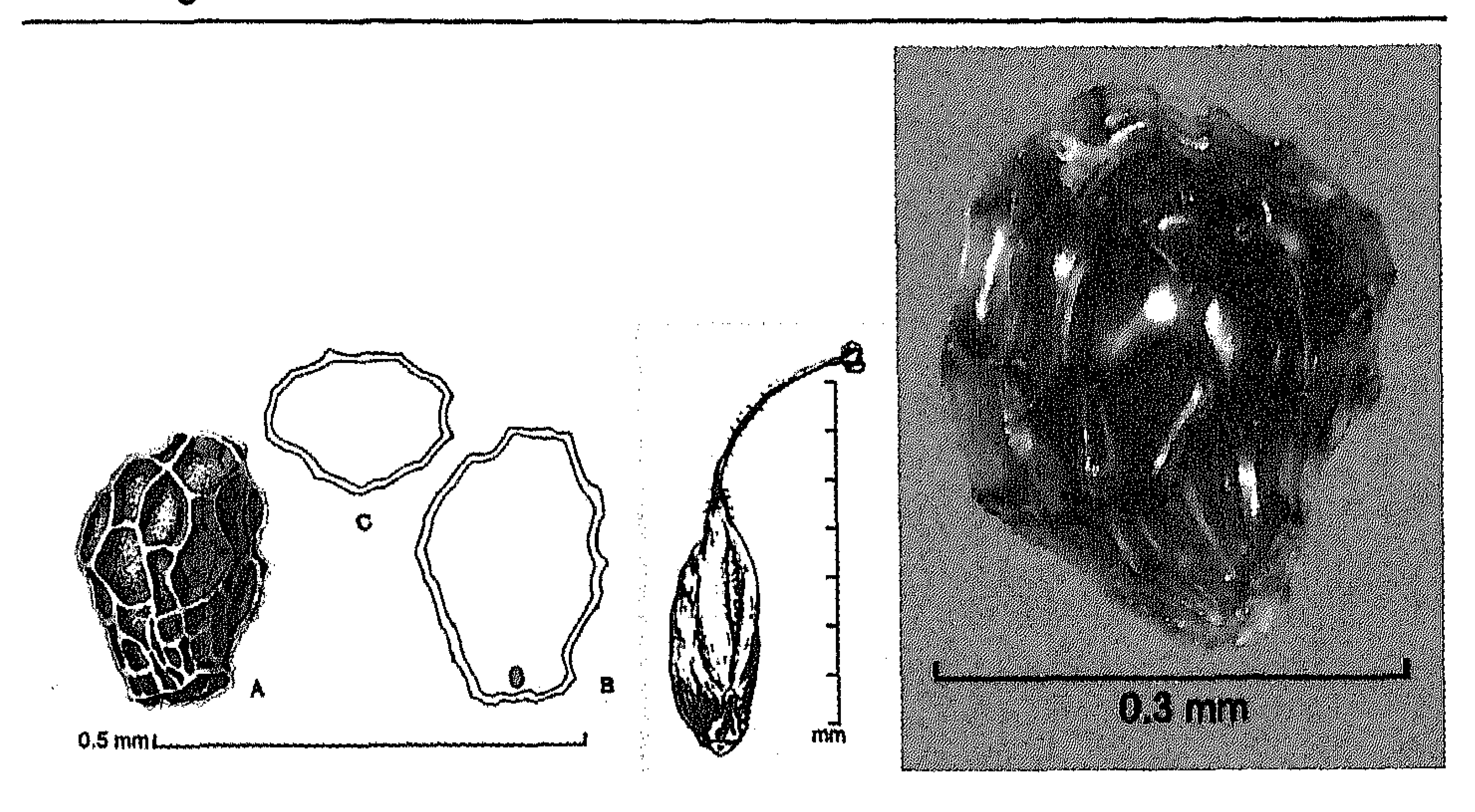
Orobanche crenata

المعروف ان هذا النبات الطفيلي يهدد المحاصيل الزراعية منذ اقدم الأزمان. أنه ممرض مهم على محاصيل الباقلاء (*Vicia faba*) والبزاليا والعدس (*Lens culinaris*) وعدد من محاصيل الأعلاف البقولية في منطقة حوض المتوسط والشرق الأوسط. ينتشر هذا النبات الطفيلي حصريا في الأراضي المعمولة ومتكيف جيدا على الأراضي الزراعية(Fernández-Aparicio *et al.*,2007). تتوفر بعض الخطوط الوراثية المقاومة لهذا النبات الطفيلي في نبات الباقلاء (Castillejo *et al.*,2009).



شكل 3.37 : النبات الطفيلي *Orobanche crenata*

عن : (Nickrent & Musselman,2004)



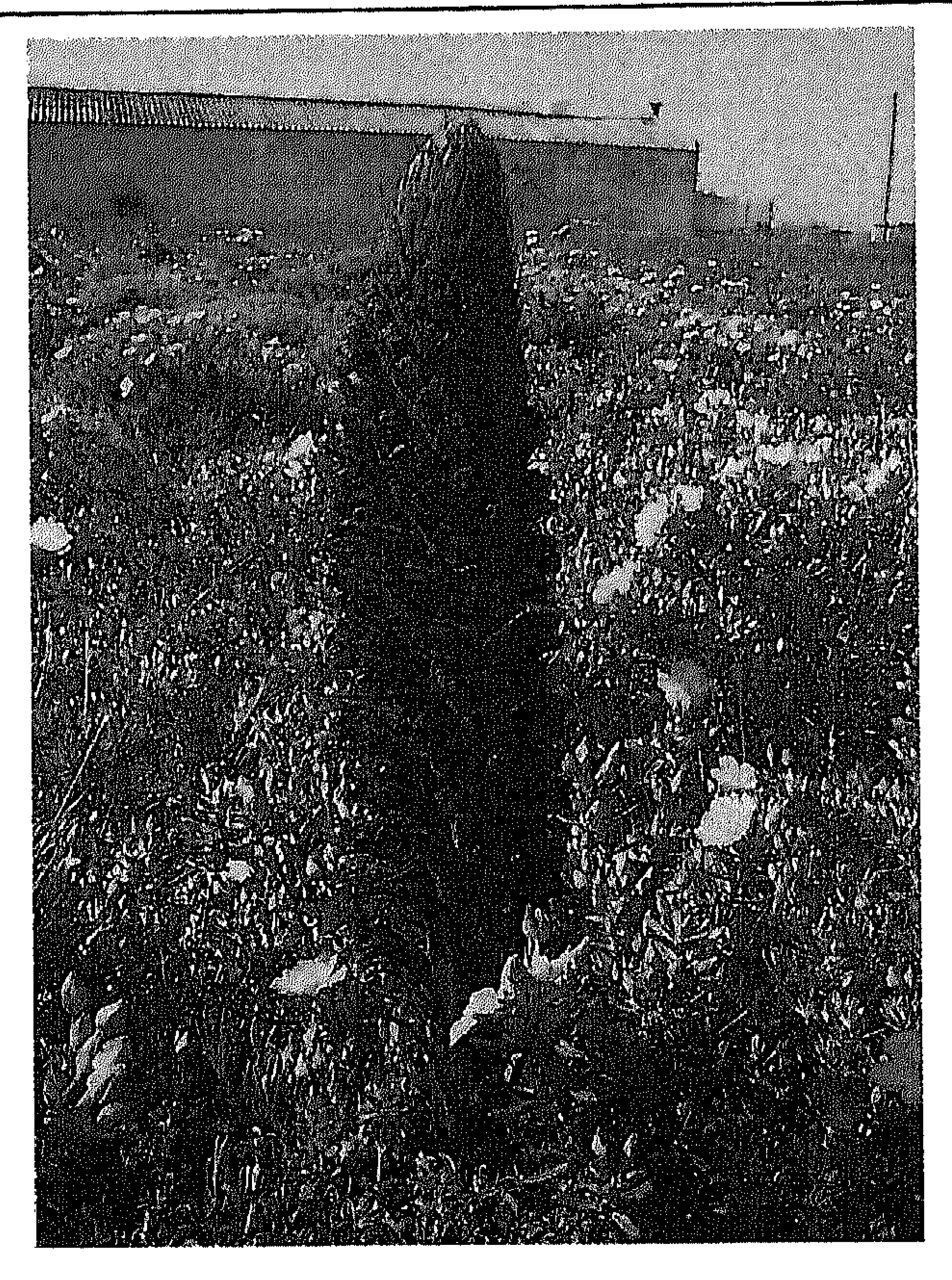
شكل 3.38 : بذرة نبات *Orobanche crenata*(يمين) ورسم للثمرة والبذرة A ومقطع عرضي C ومقطع طولي يبين موقع الجنين B

عن : (**Federal Noxious Weed Dissemunules of The U. S.,2008b**)

في الشكلين 3.37 و3.38 نمو النبات الطفيلي ومظهر الثمرة والبذور.

Orobanche foetida

هذا النبات الطفيلي (شكل3.39) واسع الانتشار في منطقة غرب المتوسط كالبرتغال وأسبانيا والمغرب والجزائر وتونس. النبات يتطفل على النباتات العشبية البقولية البرية التابعة إلى الأجناس *Anthyllis* و*Astragalus* و*Ebenus* و*Lotus* و*Medicago* و*Ononis* و*Scorpiurus* و*Trifolium*. النبات الطفيلي هذا يسبب خسائر مهمة تصل إلى أكثر من 80 % على محصول الباقلاء في تونس كما يصيب نباتات *Lathyrus odoratus* و*L. sativus* و*Trifolium alexandrinum* و *Medicago truncatula* و*V. sativa* ssp. *amphicarpa*(Fernández-Aparicio *et al.*,2007). قدم (Abbes *et al.*,2009) دراسة فسلجية للعلاقات الأزموزية والغذائية بين هذا الطفيلي ونبات الباقلاء المتحملة والحساسة.



شكل 3.39 : النبات الطفيلي *Orobanche foetida*

الأعراض والعلامات المرضية (Symptoms and Signs)

يتكون جسم النبات الظاهر على سطح التربة من ساق لحمي لونه من البني المصفر إلى البنفسجي المحمر إلى الأرجواني والأزرق والبرتقالي ويحمل أوراق حرشفية. يكوّن النبات الطفيلي هذا العديد من الأزهار التي تشبه ازهار حلق السبع وتحمل فرادى على الساق. لون الأزهار ابيض أو ابيض مصفر أو أزرق إلى إرجواني.

تنتج أزهار الهالوك بذورا بأعداد كبيرة جدا فهي بحدود 000 270 / نبات في حالة *O. elatior* و*94000* - 1116000 في حالة *O. picridis*. البذور صغيرة الحجم طولها 0.2 – 0.3 وعرضها 0.2 وسمكها 0.1 ملم. وزن البذور يتراوح بين 0.1 إلى 0.3

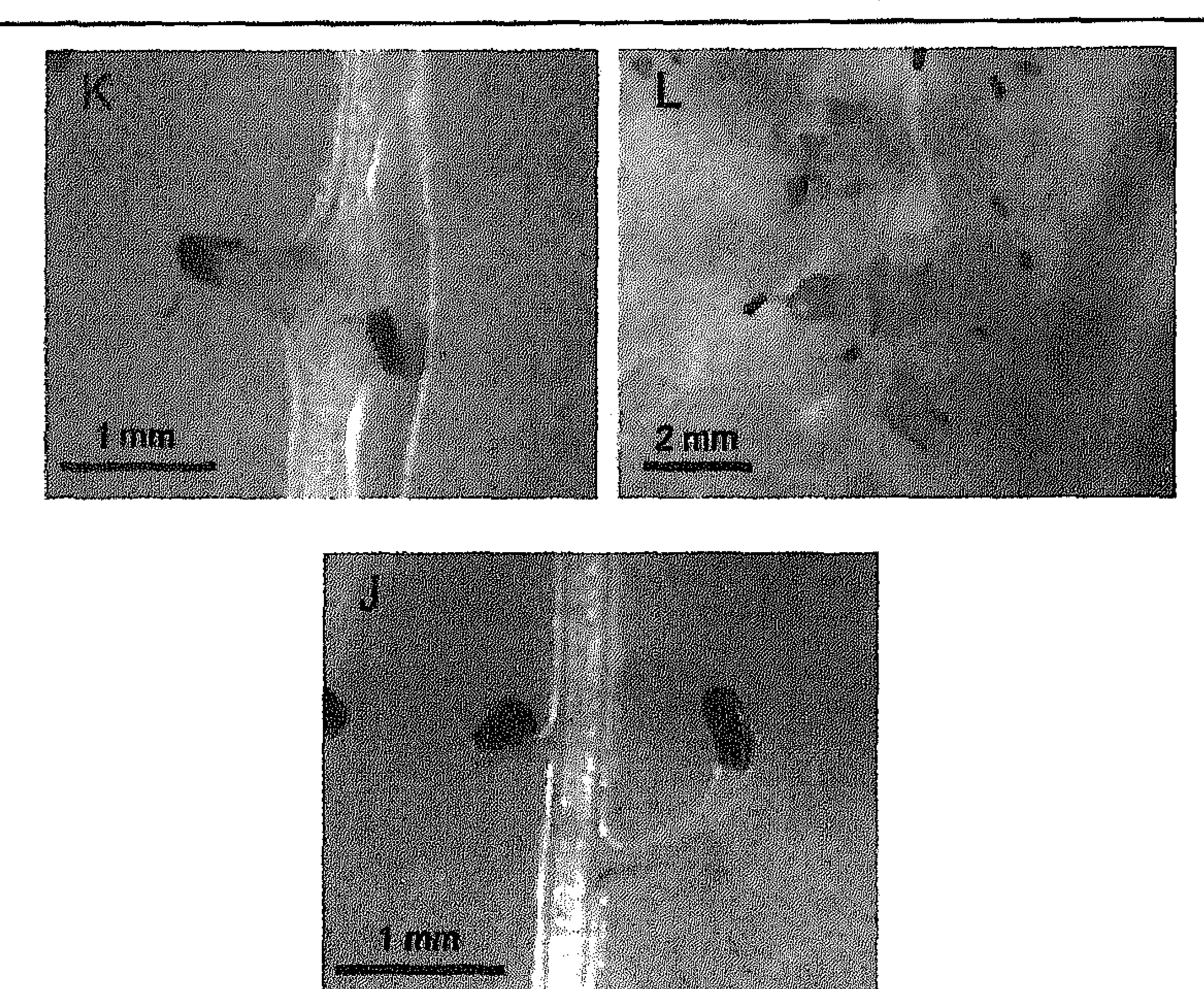
غم لكل 1000 بذرة. البذور يمكن ان تحتفظ بحيويتها لمدة 13 سنة(Mitich,?).

تطور المرض (Development of Diseasse)

تتطلب حياة النبات الطفيلي الهالوك تخاطب جزيئي وتآثر فسلجي حميم مع جذور النبات العائل. الخطوة الأولى تتضمن إستلام الإشارة الكيميائية المحفزة للإنبات والتي تفرز من قبل جذور العائل. أكثر أنواع الجزيئات الإشارية انتشارا والتي تحفز إنبات بذور الهالوك والنبات الطفيلي *Striga* هي Sesquiterpene Lactones والتي تسمى بمجموعها Strigolactones (Wigchert & Zwanenburg,1999).

قام (Fernández-Aparicio *et al.*,2009) بدراسة استجابة بذور الأنواع المختلفة من الهالوك لمحفزات الإنبات ووجدوا أن ثمة أنواع غير دغلية مثل *O. densiflora* و*O. gracilis* و*O. hederae* والتي تتطفل على أنواع النباتات البرية المعمرة تكون ضيقة المدى العوائلي وبذورها تتحفز للإنبات بواسطة جزيئات إشارية من نباتاتها العائلة في الطبيعة حصرا. هناك أنواع مثل *Phelipanche aegyptiaca (syn. O. aegyptiaca)* و*O. cernua* و *O. crenata* و*O. minor* و *P. ramosa (syn.O. ramosa)* واسعة المدى العوائلي منذ أزمان بعيدة. هذه الأنواع تحفز بذورها على الإنبات من إفرازات جذور معظم النباتات تقريبا، بينما بعض الأنواع الوسطية مثل *O. cumana* و*O. foetida* أصبحت دغلية واسعة المدى العوائلي حديثا حيث تتطفل على الأنواع النامية في الأراضي المعمولة. يتمكن محفز الإنبات الصناعي GR24 من تحفيز إنبات بذور معظم الأنواع الدغلية لكنه يفشل مع بذور الأنواع غير الدغلية.

بادرة الهالوك تكون خيطية فاتحة اللون لا تمتلك جذور ولا كلوروفيل وليس لها القدرة على اخذ المواد من التربة لكنها تمتلك جذير يبحث عن جذر العائل الرفيع حيث يتصل به ويكوّن عضو لاصق (Appresorium) كأسي الشكل يحيط بالجذر (شكل 3.40).

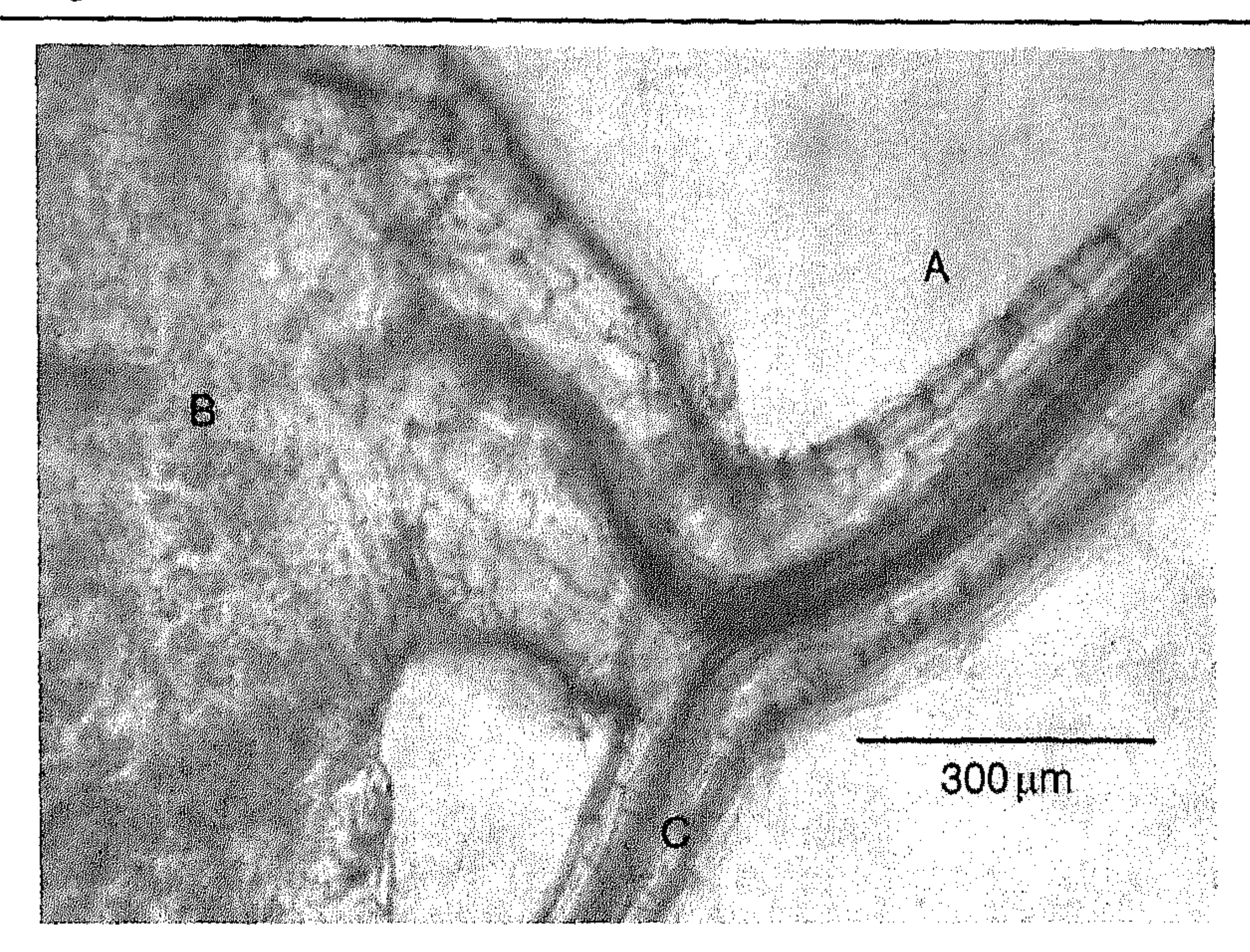


شكل 3.40 : تطور الإصابة بالهالوك نوع *Orobanche cumana* على جذر السلالة الحساسة لنبات عباد الشمس بعد 6، 10 و14 يوما بعد التلقيح ببذور الطفيلي (J-L) على التوالي . تحقيق الاتصال في J وتكوين عقدة صغيرة، تشويه جذر العائل في K وتكوين عقد كثيرة واضحة في L

عن : (Echevarría-Zomeño *et al.*,2006)

من العضو اللاصق تبرز كتلة من الخلايا تخترق جذر العائل وصولا إلى الحزم الوعائية. ما يسهل هذه العملية تكوين الطفيلي عدد من الإنزيمات المحللة. بعض من هذه الخلايا المخترقة لجذر العائل تتحول إلى خلايا خشب للطفيلي وبذلك يرتبط خشب الطفيلي مع خشب العائل كما ترتبط بعض الخلايا بلحاء العائل وتقوم بإمتصاص المواد العضوية منها (شكل3.41).

يقوم الطفيلي بسحب المصادر الغذائية من العائل عن طريق زيادة الجهد الأزموزي للطفيلي مقارنة بالعائل وذلك بتخليق الكحولات المتعددة مثل المانيتول. اما إذا تكونت البادرة ولم يفلح الجذير في اختراق جذر النبات العائل فأنها تذبل وتموت.



شكل **3.41** : إرتباط نسيج الخشب في درنة الطفيلي مع الخشب في جذر العائل ، يظهر ترتيب الإرتباط بإتجاه المجموع الهوائي للعائل وإختزال حجم جذر العائل بعد اتصال الطفيلي. A : جزء من جذر العائل فوق منطقة الاتصال بالطفيلي وبإتجاه المجموع الهوائي. B : درنة الطفيلي. C : جزء من جذر العائل تحت نقطة الاتصال بالطفيلي بإتجاه طرف الجذر. لاحظ أن خط الحزم الوعائية من درنة الطفيلي (B) تتقوس إلى أعلى الجذر (A) بإتجاه طرف المجموع الهوائي. الجذر تحت نقطة الإلتحام (C) والمتجه نحو طرف الجذر يكون أضعف وخالي من خطوط الحزم الوعائية للطفيلي

عن : (Bar-Nun *et al.*,2008)

يبدأ الجذير بسحب المواد الغذائية والماء من العائل ويخزنها بشكل نشاء في الجزء العلوي منه مما يؤدي إلى إنتفاخه. تدريجيا يكوّن الجذير عقد على جذر العائل ومع زيادة حجمها تظهر على سطحها نتوءات. هذه النتوءات تتحول إلى جذور تحيط بالنتوء وتخترق جذور العائل في مناطق اخرى. الإنتفاخ الكبير يتحول إلى جزء هوائي يخرج من التربة ليصبح نمو النبات فوق سطح التربة. إن عملية تكوين الأجزاء الهوائية تتطلب بضعة أسابيع من النمو مما يجعل التحولات تحت الأرضية هي الفترة السائدة

في دورة حياة الهالوك. عموما ينشط الهالوك في المناطق الباردة حيث ان إنبات البذور يتطلب تبادل درجات الحرارة بين 10 إلى 20 م° تتبع بدرجة حرارة 5 م° (Nickrent & Musselman,2004).

بعض النباتات تحفز إنبات بذور الهالوك إلا أنها لا تصاب به لعدم قدرتها على تكوين الممصات وتشمل الفلفل الحار والحلو ونبات الكتان و*Tridax procumbens* و*Bidens pilosa*(Mitich,?).

تتراوح الأعراض التي تحدثها الإصابة بالهالوك بين الطفيفة غير الملحوظة إلى القتل التام للنبات. تشمل الأعراض الملحوظة الذبول واختزال حجم النبات العائل وتخفيض الإنتاج كما ونوعا.

قوة تأثير النبات الطفيلي على العائل ينتج عن تظافر ثلاثة عوامل : 1 . حجم النبات الطفيلي النامي على العائل. 2 . معدل النمو والنشاط الأيضي للطفيلي. 3 . مرحلة نمو النبات العائل أثناء إصابته بالطفيلي.

الأساس الفسلجي لتأثير الطفيلي كما هي مدروسة في عدد من تشكيلات الطفيلي – النبات يتمثل بتخفيض عنصر البوتاسيوم وفي حالة اخرى عنصري البوتاسيوم والفسفور مع زيادة الكالسيوم في النبات.

وفي حالة اخرى تخفيض مستوى السكريات في النبات بمقدار الثلث. وتضل في حالات أخرى تنتج عن تداخل الطفيلي مع إمتصاص الماء من قبل النبات وإحداث حالة مماثلة لإجهاد الجفاف (Hurtado, 2004).

السيطرة على المرض (Control)

1 . زراعة البذور الخالية من بذور الهالوك.

2 . زراعة النباتات غير العائلة في مناطق وجود الهالوك.

3 . زراعة بعض النباتات الصائدة مثل الكتان وغيره من النباتات المحفزة لإنبات بذور الهالوك وعدم تطوره عليها.

4 . المكافحة الحيوية باستخدام فطريات *Fusarium* مثل *Fusarium*

Babalola, 2010; Saremi & Okhovvat,) *F. oxysporum* و *arthrosporioides*
.(2008; Cohen *et al.*, 2002

الدبق القصير على المخروطيات

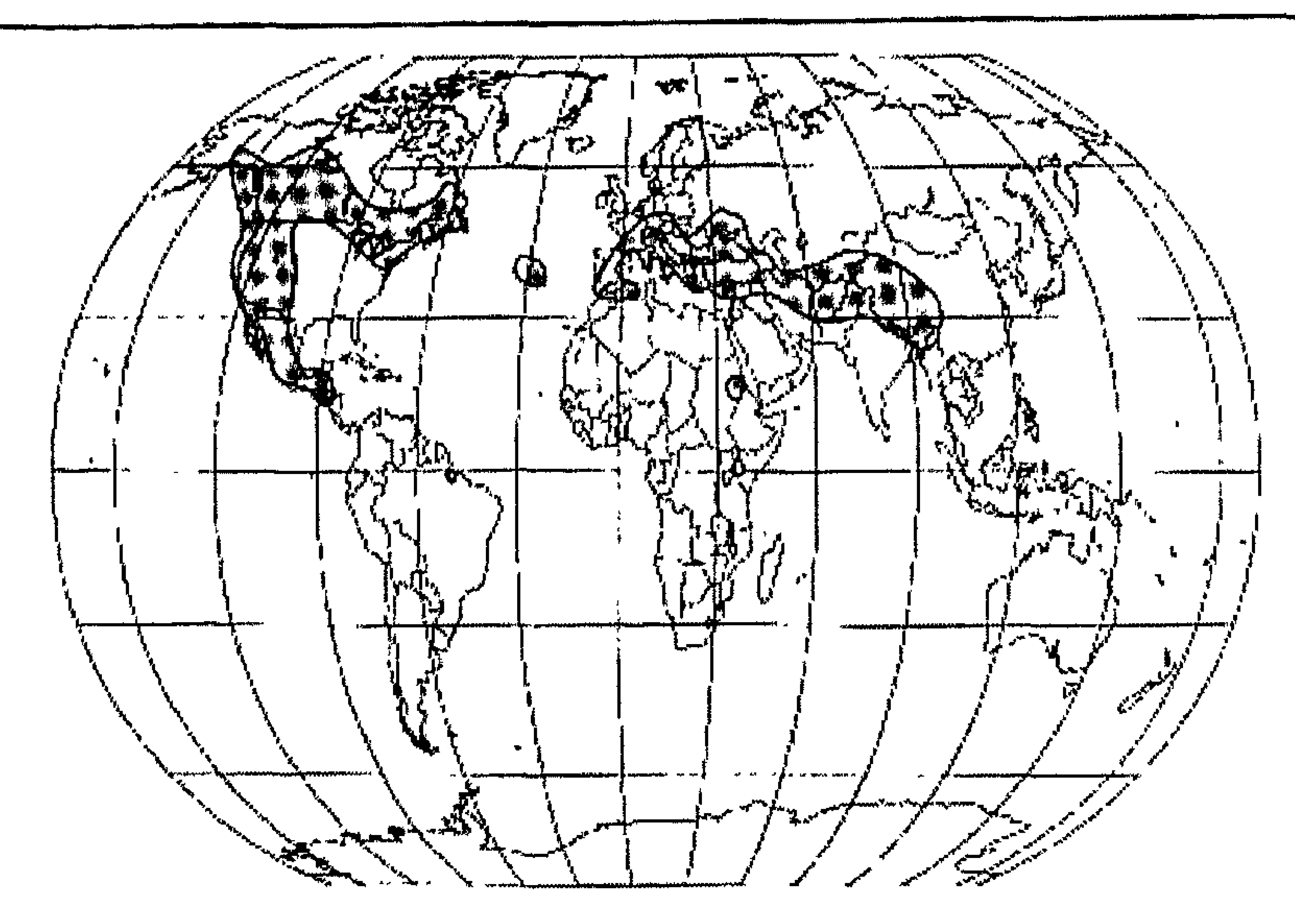
Dwarf Mistletoes of Conifers

تعتبر نباتات الدبق القصير من النباتات الطفيلية المدمرة للغابات في أميركا الشمالية حيث تخفض نمو الأشجار وإنتاج البذور ونوعية الخشب وتسبب موت الأشجار وفي الأجزاء الغربية من الولايات المتحدة تعتبر من الآفات الأكثر تدميرا لأشجار المخروطيات. هذه النباتات الطفيلية تسبب تخفيض في ارتفاع الأشجار وقطرها بمقدار 0.7 % سنويا وتخفيض في حجم الخشب التجاري بنسبة 1.9 % سنويا. في سنة 1969 قدرت الخسارة الكلية التي يسببها هذا النبات الطفيلي مليار متر من الواح الخشب في غرب الولايات المتحدة تساوي قيمتها 75 مليون دولار.

يعتقد ان اصل هذا النبات الطفيلي هو شرق آسيا وانتقل منها إلى أميركا حيث تنمو 80 % من أنواعه.

يوجد نوع واحد فقط هو *A. pusillum* ينتشر في شرق كندا وشمال وسط وشمال شرق الولايات المتحدة. كما يوجد نوع واحد أوروبي هو *A. oxycedri* غير ذي أهمية اقتصادية في وسط وجنوب القارة الأوروبية ويمتد وجوده إلى جبال الهملايا وجنوبا في كينيا بأفريقيا (شكل3.42) ويتطفل على اشجار عائلة *Cupressaceae* مثل *Juniperus communis* وغيرها من أنواع *Juniperus* spp. وعلى *Chamaecyparis thyoides*.

في غرب الولايات المتحدة والمكسيك تصاب جميع انواع اشجار *Abies* و*Larix* و*Picea* و*Pseudotsuga* و*Tsuga* تقريبا بهذا النبات الطفيلي و80 % من أنواع الصنوبر وكلها تعود إلى العائلة الصنوبرية بينما العوائل *Cupressaceae* و*Taxodiaceae* لا تصاب. عادة معظم أنواع الدبق القصير تصيب واحد أو بضعة انواع في جنس واحد.



شكل 3.42 : التوزع العالمي لأنواع النبات الطفيلي *Arceuthobium* وهو يتركز في النصف الشمالي من الكرة الرضية قاطعا خط الإستواء في كينيا فقط

عن : (Hawksworth & Wiens,1996)

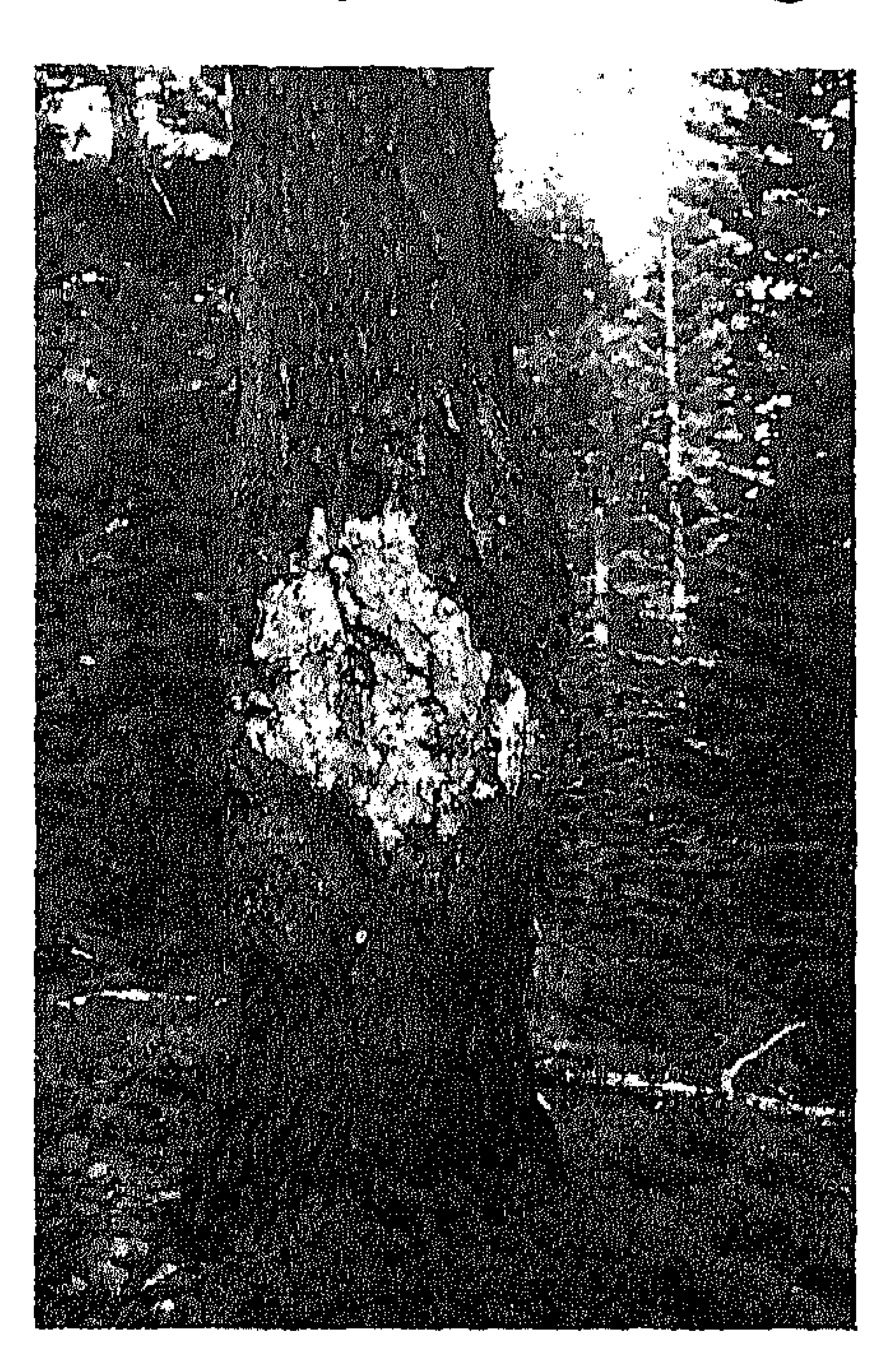
الممرض (Pathogen) : .Arceuthobium sp أشتق اسم النبات الطفيلي من اللاتينية (*arkeuthos + bios*) وتعني حياة - العرعر حيث ان أول الأنواع التي شخصت في أوروبا كانت على أشجار العرعر.

يضم جنس نباتات الدبق *Arceuthobium* 42 نوعا من النباتات الطفيلية على المخروطيات معظمها في أميركا الشمالية والوسطى. ثمة 8 أنواع في قارتي أوراسيا وأفريقيا بعضها يتطفل على عائلة *Cupressaceae*، خفضت مؤخرا إلى 26 نوعا نتيجة دراسات النمو التطوري (Worrall & Geils,2006 ; Nickrent & Musselman,2004).

تنحو انواع *Arceuthobium* إلى التخصص حيث يصيب النوع الواحد واحدا أو اثنين من أنواع الأشجار مع بعض الإستثناءات مثل *A. globosum* subsp. *grandicaule* الذي يصيب اكثر من 10 أنواع من الصنوبر في المكسيك. من أهم أنواع الدبق القصير في أميركا الشمالية *A. Abietinum* على اشجار التنوب و*A. douglasii* على اشجار تنوب دوكلاس و*A. americanum* و*A. campylopodum* و *A.*

vaginatum على أنواع مختلفة من الصنوبر و *A. pusillum* على أشجار البيسية الشرقية Eastern Spruce(*Picea* spp.) و*A. tsugense* على أشجار الشوكران (Hemlocks) (Worrall & Geils,2006).

ثمة منافسة بين انواع *Arceuthobium* على إصابة الأشجار العائلة حيث أن إصابة الأشجار بأحد الأنواع يثبط الإصابة بالأنواع الأخرى.



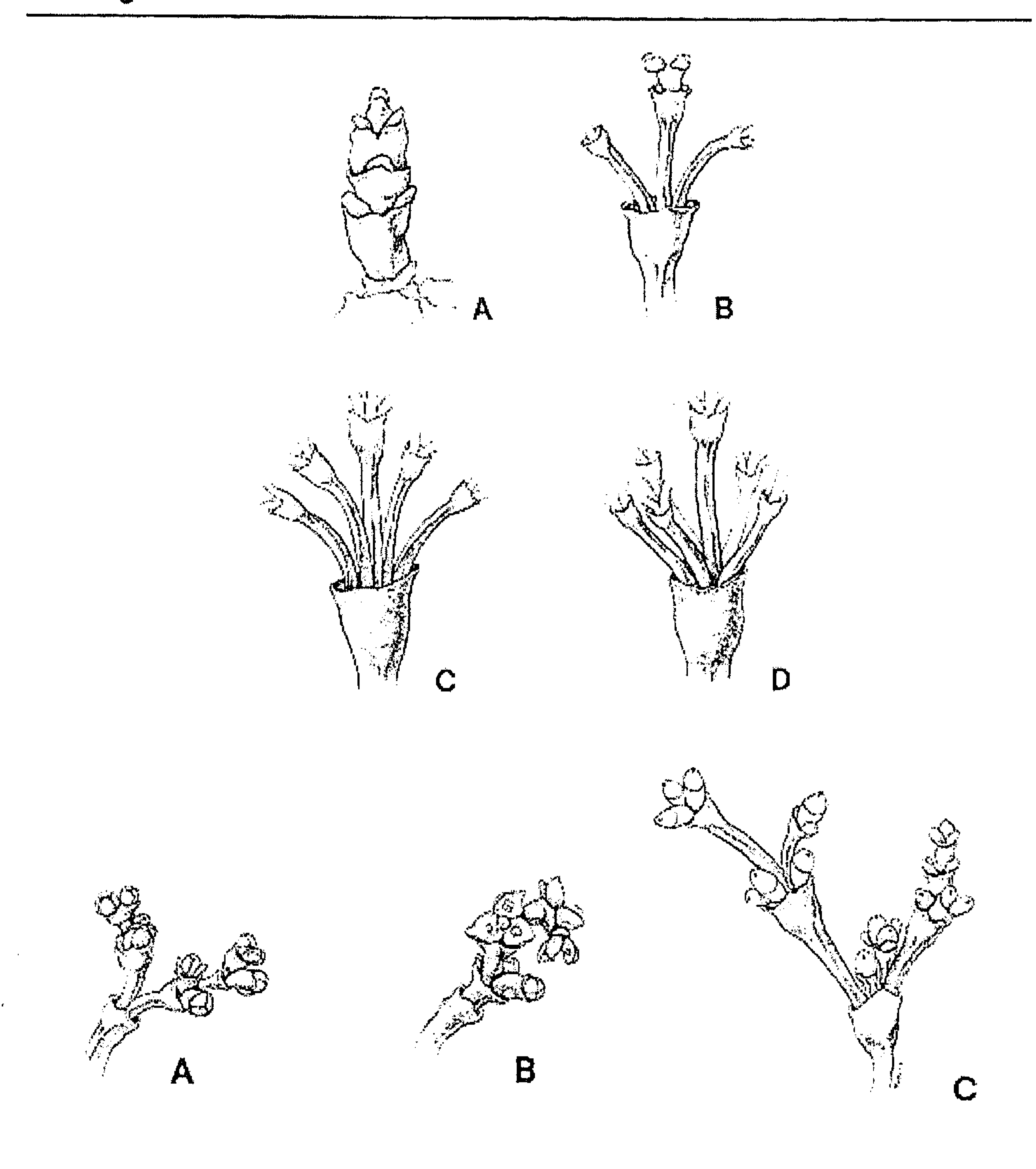
شكل 3.43 : تسوس فطري على ساق شجرة التنوب متسبب عن إصابة سابقة بنبات الدبق القصير *Arceuthobium abietinum*

(Worrall & Geils,2006)

توجد مرافقة احيائية بين نباتات الدبق القصير والطيور والحشرات واللبائن والفطريات. من الفطريات التي تصيب نموات النبات الطفيلي *Arceuthobium* أنواع الجنس *Cylindrocarpon* والأنواع *juniperi Herpotrichia* و *Sphaeria arceuthobii* و *Caliciopsis arceuthobii* و *Colletotrichum gloeosporioides*

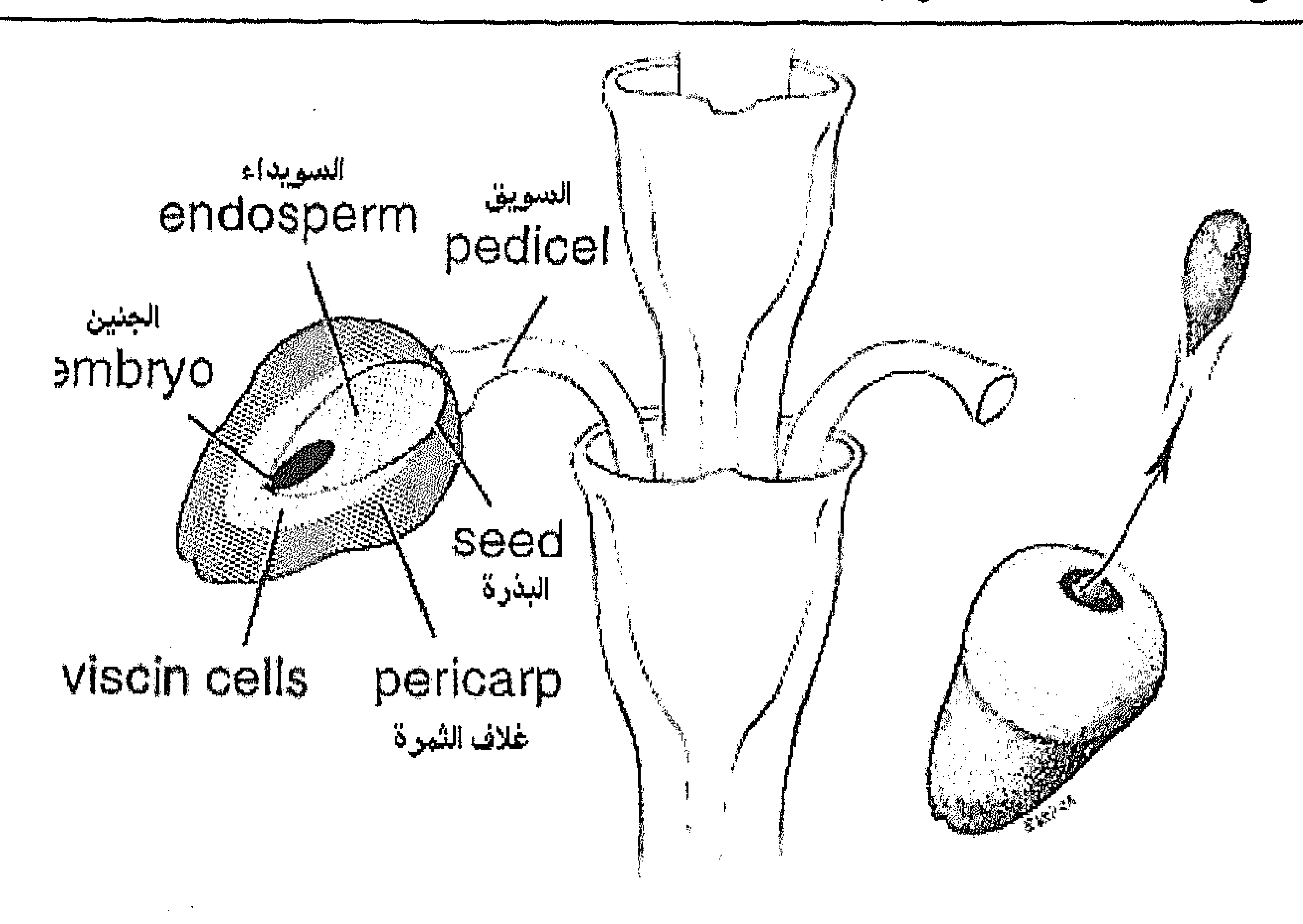
الذي يمثل أكثر الفطريات إصابة وتدميرا للنبات الطفيلي. وتعمل الفطريات المتطفلة علـــى البـــذور مثـــل *Epicoccum* و*Stemphylium* و*Hormiscium* و*Phyllosticta* و*Coniothyrium* على تخفيض حيوية البذور إلى نسب قد تصل إلى 60 %. وتترافق فطريات التسوس مع إصابة الأشجار بنبات الدبق القصير حيث تصل نسبة اشجار التنوب المصابة بفطر التسوس *Cytospora abietis* إلى 22 % في الأشجار المصابة بالنبات الطفيلي *A. abietinum* مقارنة بنسبة 4 % على الأشجار غير المصابة بالطفيلي. ويصاحب فطر الصدأ *Peridermium bethelii* أشجار الصنوبر نوع *Pinus contorta* المصابة بالنبات الطفيلي *A. americanum*(Hawksworth & Wiens,1996) (شكل3.43).

يتألف النمو الهوائي لنبات الدبق من الساق الذي يكون صغيرا املسا أصفر مخضر إلى برتقالي أو احمر أو اسود قصير طوله 1.5 سم في بعض الأنواع وبطول 10 سم في أنواع أخرى. لا يمتلك الساق إسطوانة وعائية والأوراق تكون مختزلة إلى صغيرة جدا وحرشفية بلون الساق وبازواج متقابلة. الأزهار تتكون على الأفرع الحديثة وتكون مفردة ونادرا متجمعة قطرها 2 – 4 ملم (أشكال3.44 إلى 3.47). السداة تمتلك غدة رحيقية و4 أجزاء من المتوك الدائرية وحبوب اللقاح تكون كروية ذات 6 قطاعات مشوكة متبادلة مع قطاعات ملساء. المبيض تحتي والمدقة ذات قلم واحد ومبيض واحد. الثمرة بيضوية الشكل تحمل بذرة واحدة تحمل مواد هلامية تطلق من الثمرة. البذرة تكون قصيرة العمر.



شكل 3.44 : رسم تخطيطي للنموات الهوائية للنات الطفيلي *Arceuthobium*. نمو حديث (A)، النموات الأقدم تبين استطالة السلاميات والتفرع (B)، التفرع النموذجي المروحي الشكل لأنواع العالم الجديد (أميركا) (C)، التفرع المحيطي لأنواع العالم القديم (أوروبا) (D) (يمين) وأزهار وثمار النبات الطفيلي *Arceuthobium americanum* (A) الأزهار الذكرية والأزهار الذكرية المتفتحة (B) الأزهار الأنثوية بعيد التلقيح (C) (يسار)

عن : (Hawksworth & Wiens,1996)



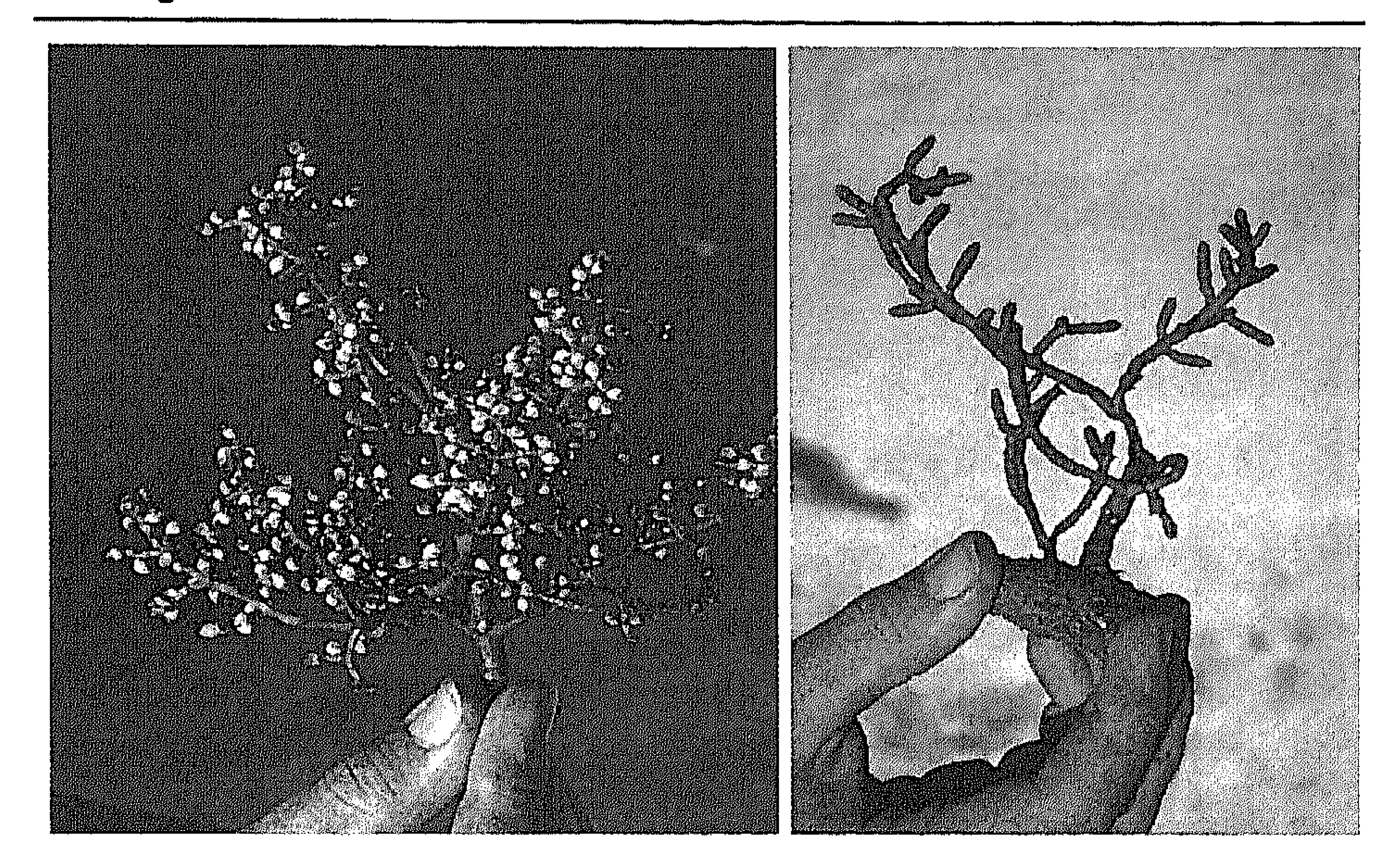
شكل 3.45 : رسم تخطيطي للثمرة الناضجة والبذرة للنبات الطفيلي *Arceuthobium*. مقطع عرضي في في ثمرة ناضجة (يسار) وإطلاق البذرة من الثمرة (يمين)

عن : (Hawksworth & Wiens,1996)



شكل 3.46 : النمو الهوائي الأنثوي للنبات *A. tsugense* subsp. *tsugense* على غصن الصنوبر

عن : (Hawksworth & Wiens,1996)

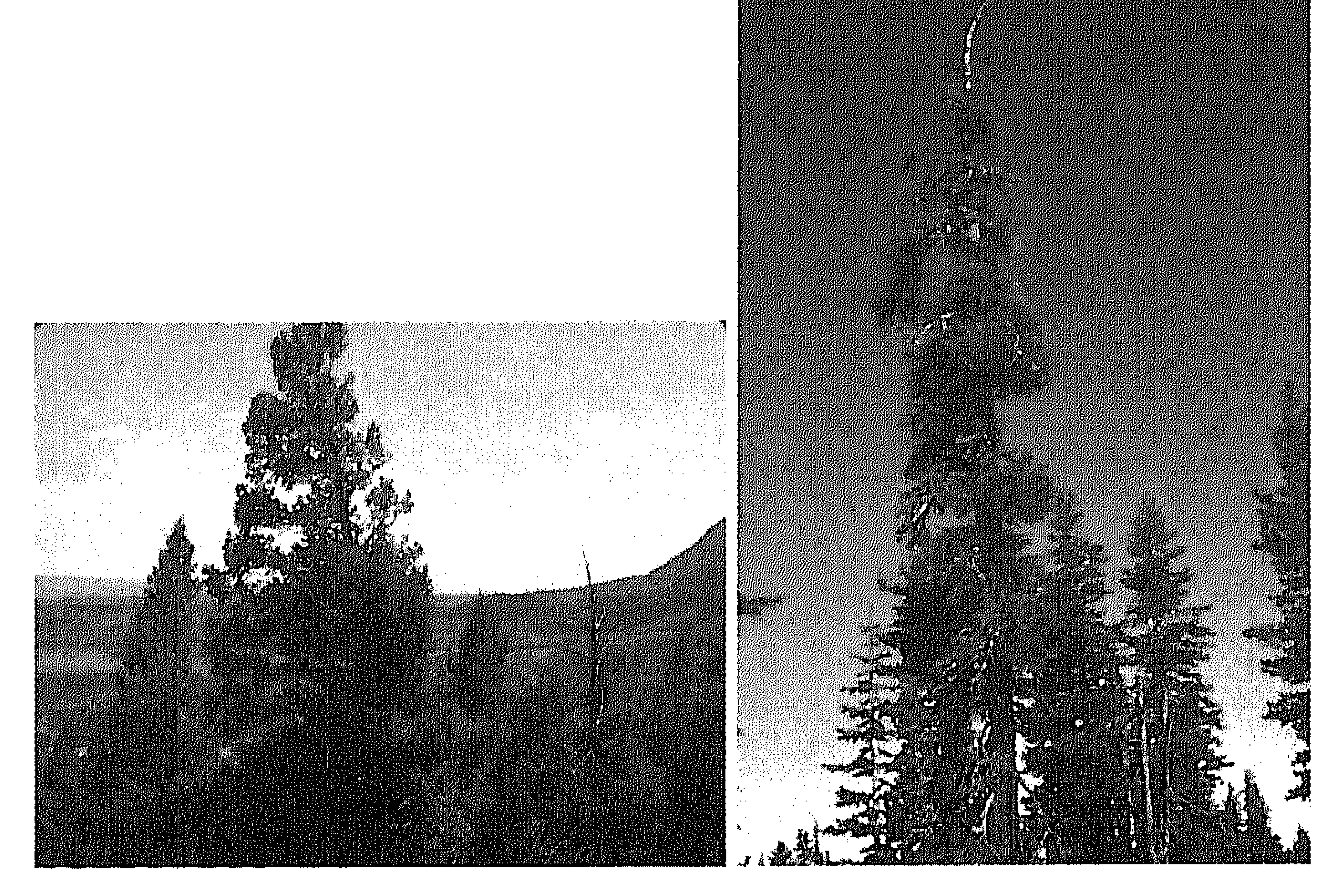


شكل 3.47: النبات الذكري للطفيلي *Arceuthobium nigrum*(يمين) والنبات الأنثوي(يسار)

عن : (Hawksworth & Wiens,1996)

الأعراض والعلامات المرضية (Symptoms and Signs)

العرض الخارجي الأول للإصابة بالنبات الطفيلي هو إنتفاخ أنسجة العائل في موقع الإصابة بالطفيلي يتحول أخيرا إلى شكل مغزلي. وفي عدم وجود النمو الهوائي لنبات الدبق عند فحص القلف المتأثر بواسطة عدسة يدوية أو عند عمل مقطع عرضي فيها تظهر خطافات صفراء ذات حواف تمثل الكؤوس الصغيرة التي تنحشر فيها النموات الهوائية للنبات الطفيلي. وهذه تكون بشكل كتل كثيفة وكثيرة من أفرع العائل المشوهة التي تسمى مكنسة الساحرة (Witches' brooms) ومعها نموات النبات الطفيلي. مكنسة الساحرة تكون على نوعين : جهازية حيث تتبعثر النموات الهوائية لنبات الدبق القصير على طول فرع العائل وتتركز غالبا عند أحزمة الفرع. وغير جهازية حيث تبقى نموات النبات الطفيلي متركزة قرب موقع الإصابة الأصلي وهذا النوع هو الأكثر شيوعا (شكل3.48).



شكل 3.48 : أعراض مكنسة الساحرة غير الجهازية للنبات الطفيلي *Arceuthobium tsugense* على شجرة الشوكران(يمين) و مكنسة الساحرة الجهازية للنبات الطفيلي *Arceuthobium douglasii* على شجرة تنوب دوغلاس(يسار)

عن : (Nickrent & Musselman,2004)

هذين الشكلين يكونان ثابتين بالنسبة لنمو نبات الدبق وبالتالي تكون لهما أهمية تصنيفية. إن نوع النبات الطفيلي وليس العائل هو الذي يحدد نوع مكنسة الساحرة التي تتكون. عند نجاح الطفيلي في إصابة النصف السفلي من الشجرة ينخفض نمو الشجرة بسرعة وينخفض ارتفاعها وقطرها كما تصفر الأوراق وتقل أعدادها ثم يحصل موت الأطراف وأخيرا موت الشجرة (CABI/EPPO,1990 ; Hawksworth & Wiens,1996).

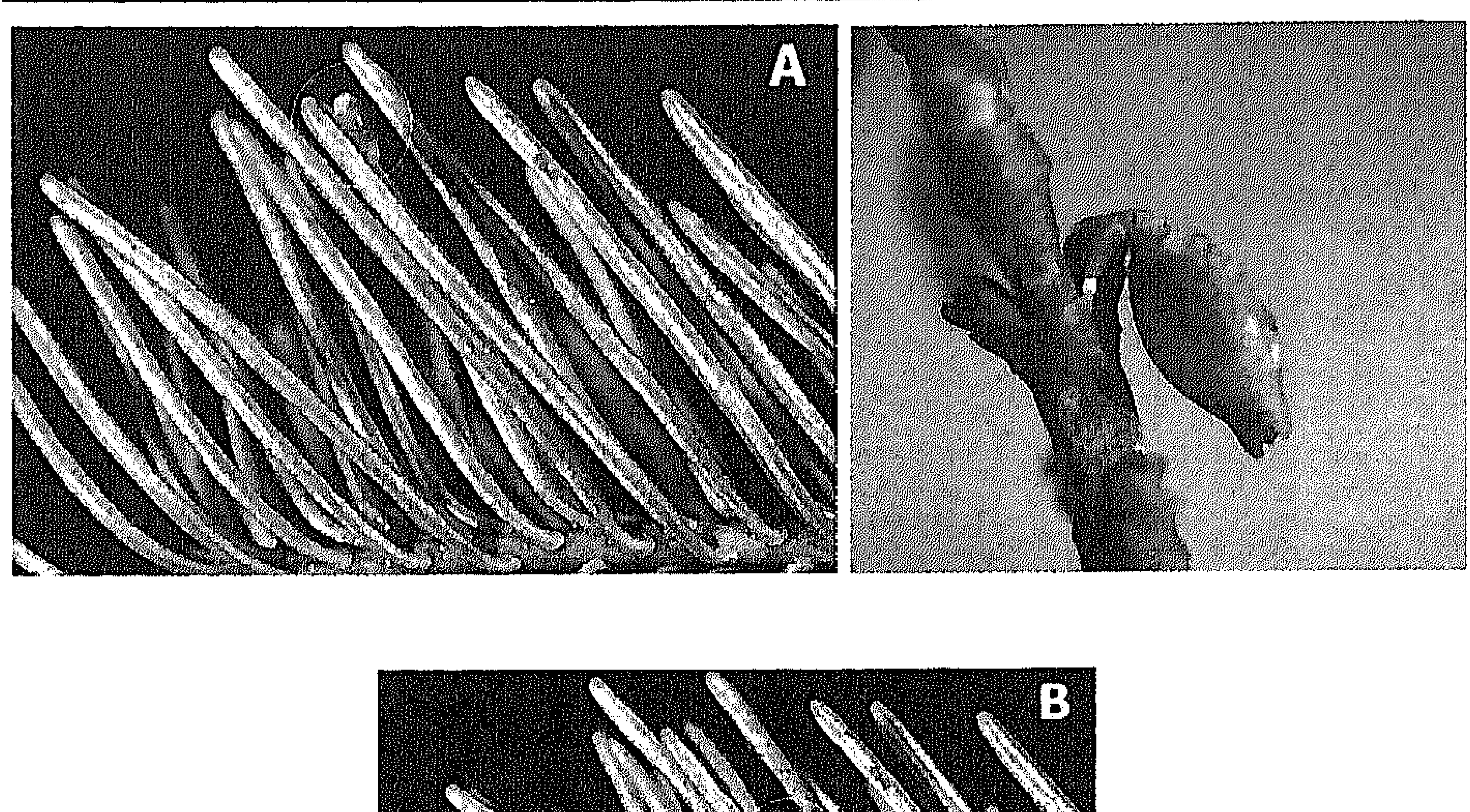
يرجع ضعف وتشوه النمو وتدهور الشجرة المصابة ومن ثم موتها إلى استهلاك الماء والمواد الغذائية من قبل النبات الطفيلي وإحداثه لتغيرات فسلجية تنشأ عن

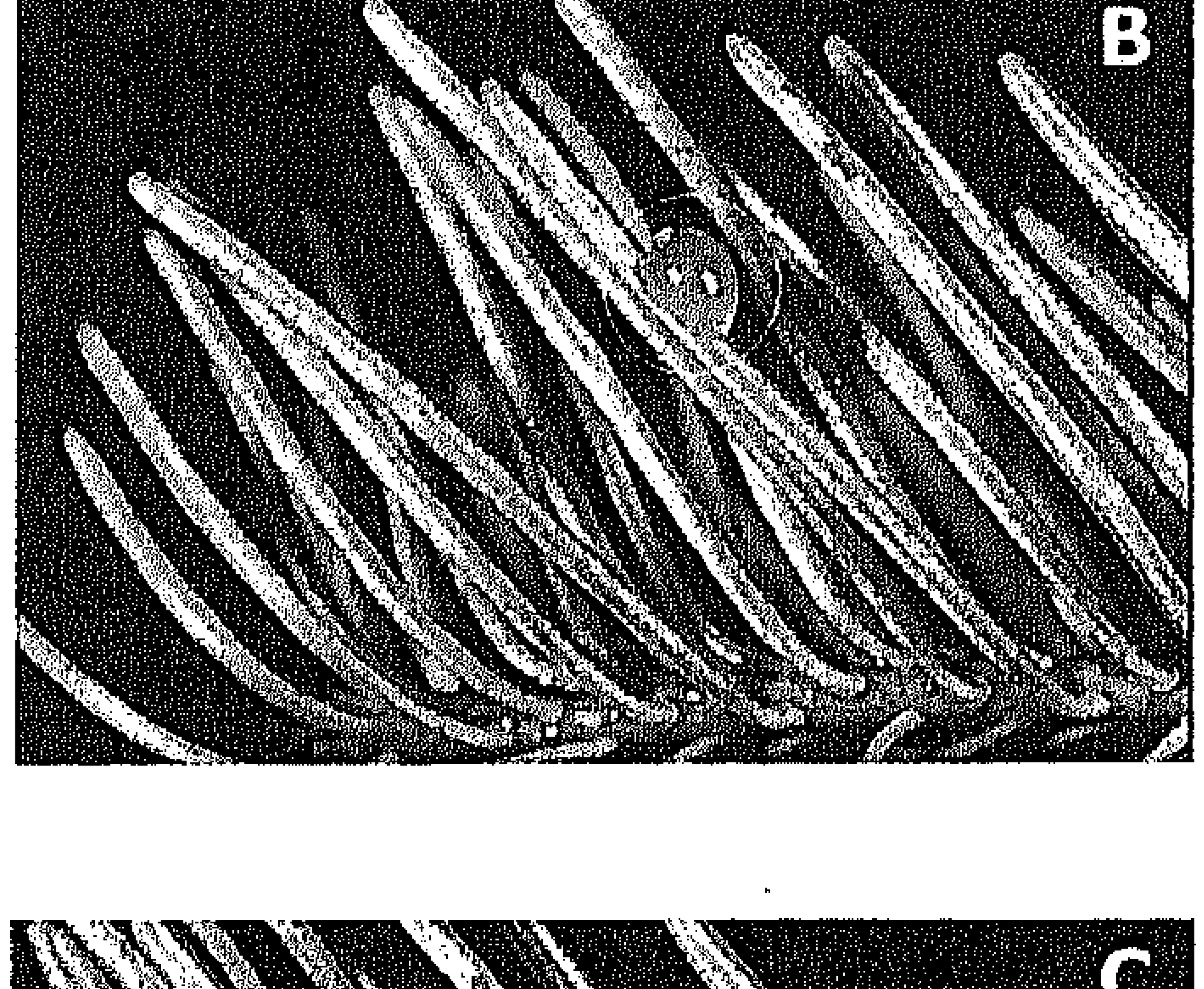
الإخلال بالتوازن الهرموني مما يؤدي إلى تنشيط البراعم السابتة وزيادة معدلات إنقسام الخلايا وتوسعها (Broshot *et al.*,1986 ; Agrios,1997).

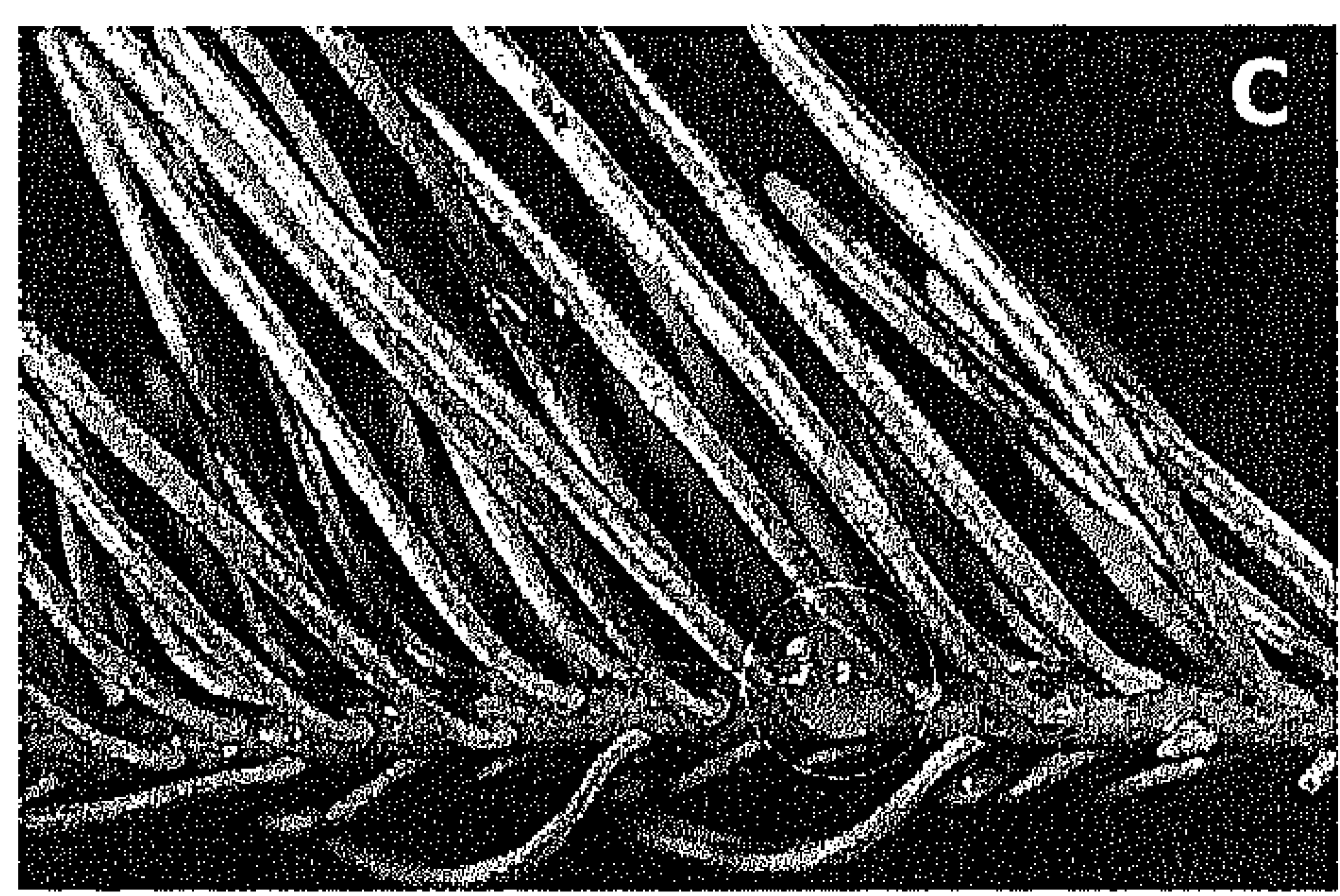
إن تحقيق الإصابة من قبل النبات الطفيلي تتبع بإنتاجه للهرمونات وخصوصا السايتوكاينينات التي تشجع نقل المواد الغذائية إلى الطفيلي على حساب الشجرة العائلة. كما ان زيادة ازموزية خلايا النموات الهوائية للنبات الطفيلي وزيادة معدل النتح فيها يساعد على تحريك الماء والعناصر الغذائية بإتجاه النبات الطفيلي. مع الوقت تزداد نسبة نموات الطفيلي الهوائية والأفرع المصابة إلى الفرع الرئيس للشجرة وهذا يؤدي إلى ضعفها. كما ان تكوين نموات مكنسة الساحرة بسبب الإصابة يفقد الشجرة المصابة مزيدا من الماء والمواد الغذائية بكمية تفوق عما يسببه النبات الطفيلي نفسه (Hawksworth & Wiens,1996).

تطور المرض (Development of Diseasse)

في أواسط الصيف وأواخر الخريف يطلق نبات الدبق القصير بذوره إلى مسافة 15 م من ثمارها. وتسهم الطيور في نشر بذور الطفيلي إلى مسافات بعيدة. ومع ان انتشار الإصابة موقعيا يكون بطيئا إلا انه يكون متواصلا وبمعدل 0.3 – 0.6 م / سنة. نتيجة لتعرض البذور للمطر تصبح قشرتها لزجة حيث تلتصق بالأوراق ومنها تنتقل بواسطة المطر إلى الأغصان والفروع (شكل3.49). البذور يمكن ان تشتي أو تنبت والأغصان التي عمرها اقل من 5 سنوات تصاب بسهولة. وفي جميع الأنواع عدا *A. americanum* يكوّن جذير البذرة النابتة قدم مثبتة (Holdfast) عند ملاقاته عائقا مثل قواعد الأوراق الأبرية (شكل3.50). ينشأ من القدم المثبتة نسيج اختراق يخترق أنسجة العائل لتستهل الإصابة. تسقط بقايا البذرة عن النبات. النمو الداخلي للنبات الطفيلي يتالف من جزئين يوفران التثبيت والحصول على المواد الغذائية والماء: الحبال القشرية (Cortical Strands) والغطاسات (Sinkers). الحبال القشرية تكون امتدادات رفيعة لنسيج النبات الطفيلي تتفرع في لحاء العائل وتكوّن الأجزاء الهوائية والغطاسات.







شكل 3.49 : ثمرة ناضجة لنبات *Arceuthobium bicarinatum* على اهبة إطلاق البذرة بالقوة (أعلى يمين) ومراحل استلام بذرة نبات *Arceuthobium abietinum* من قبل أوراق شجرة *Abies* sp. وإستقرارها على الفرع (A إلى C)

عن : (Hawksworth & Wiens,1996)



شكل 3.50 : البذرة النابتة للنبات الطفيلي *Arceuthobium abietinum* مع بروز الجذير والقدم المثبتة القرصية الطرفية على غصن شجرةمخروطيات

عن : (Hawksworth & Wiens,1996)

الغطاسات نموات خيطية من أنسجة الطفيلي تنشأ من النهايات النامية للحبال القشرية وتنغرز في الأشعة اللبية لخشب العائل حيث تنمو شعاعيا باتجاه الكامبيوم الوعائي للعائل لتؤمن بقائها مابين الكامبيوم البيني دون ان تخترق أوعية الخشب (شكل3.51) (Worrall & Geils,2006).

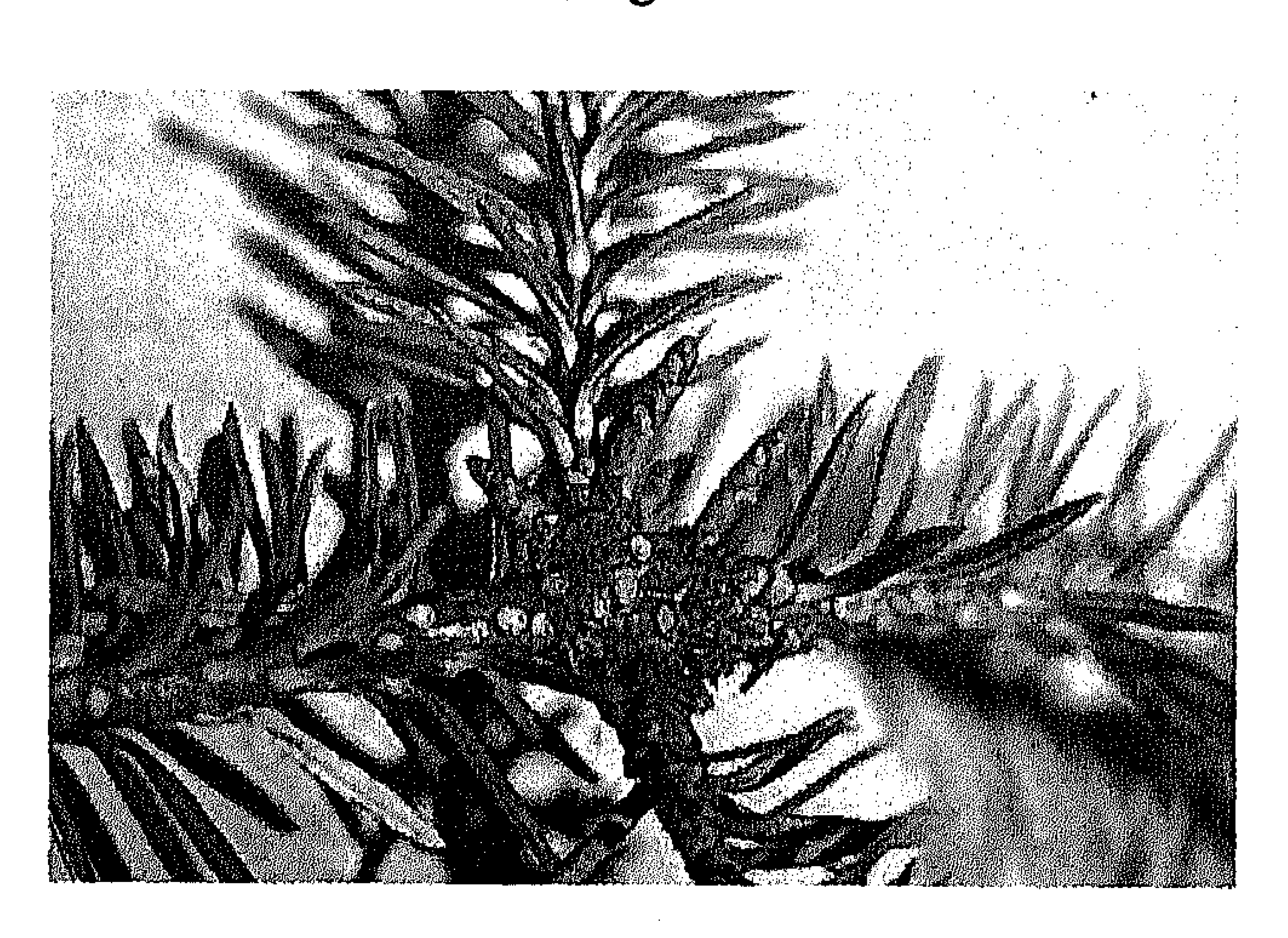
تظهر نموات مكنسة الساحرة بعد 2 – 5 سنوات من الإصابة (شكل 3.52 و3.53)، في البداية قرب موقع الإصابة الأولية ثم تتوسع بشكل دوائر متراكزة. بعد فترة تذوي النموات في مركز الدائرة وتصبح هدفا للإصابة بالفطريات. يزهر النبات بعد ذلك خلال سنة أو سنتين. نباتات الدبق ثنائية المسكن (ذكرية أو انثوية) وتلعب الحشرات دورا مهما في عملية التلقيح إلى جانب الرياح. تتكون الثمار بعد 5 إلى 19 شهرا من التلقيح.

يمكن ان تحصل إصابة للجذر من خلال إنتقال انسجة النبات الطفيلي من موقع الإصابة على الساق القريب من سطح التربة وفي هذه الحالة يظل الطفيلي يكوّن نموات هوائية (CABI/EPPO,1990).



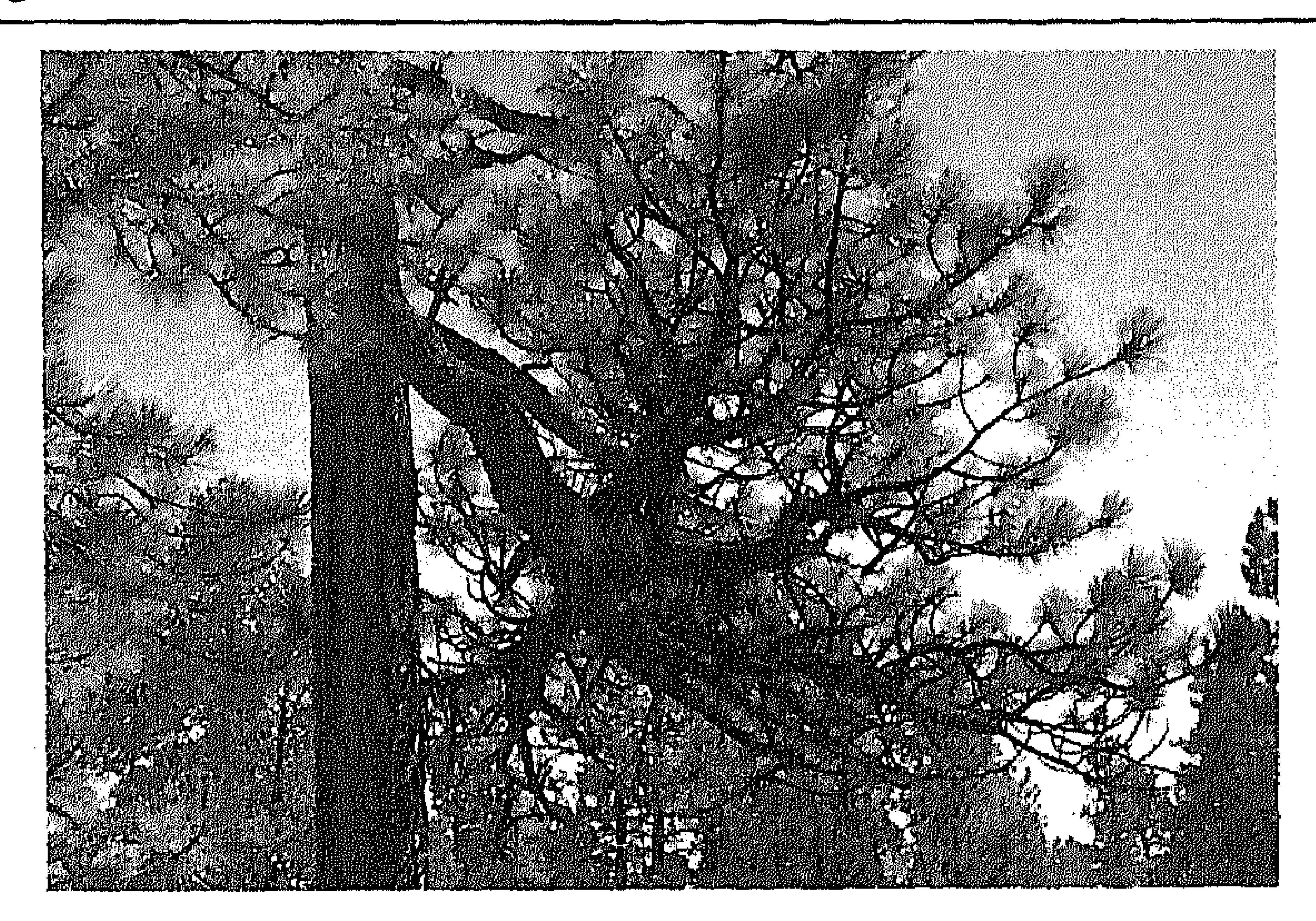
شكل 3.51 : نمو الاختراق لنبات الطفيلي *Arceuthobium abietinum* يدخل أنسجة العائل من القدم المثبت ليبدأ الإصابة

عن : (Hawksworth & Wiens,)



شكل 3.52 : النمو الهوائي الحديث للنبات الطفيلي *Arceuthobium abietis-religiosae* خارجا من الفرع المنتفخ لشجرة *Abies religiosa*

عن : (Hawksworth & Wiens,1996)



شكل 3.53 : أعراض مكنسة الساحرة من إصابة قديمة بالنبات الطفيلي الدبق القصير على الجزء الأسفل من شجرة صنوبر

(Worrall & Geils,2006)

السيطرة على المرض (Control)

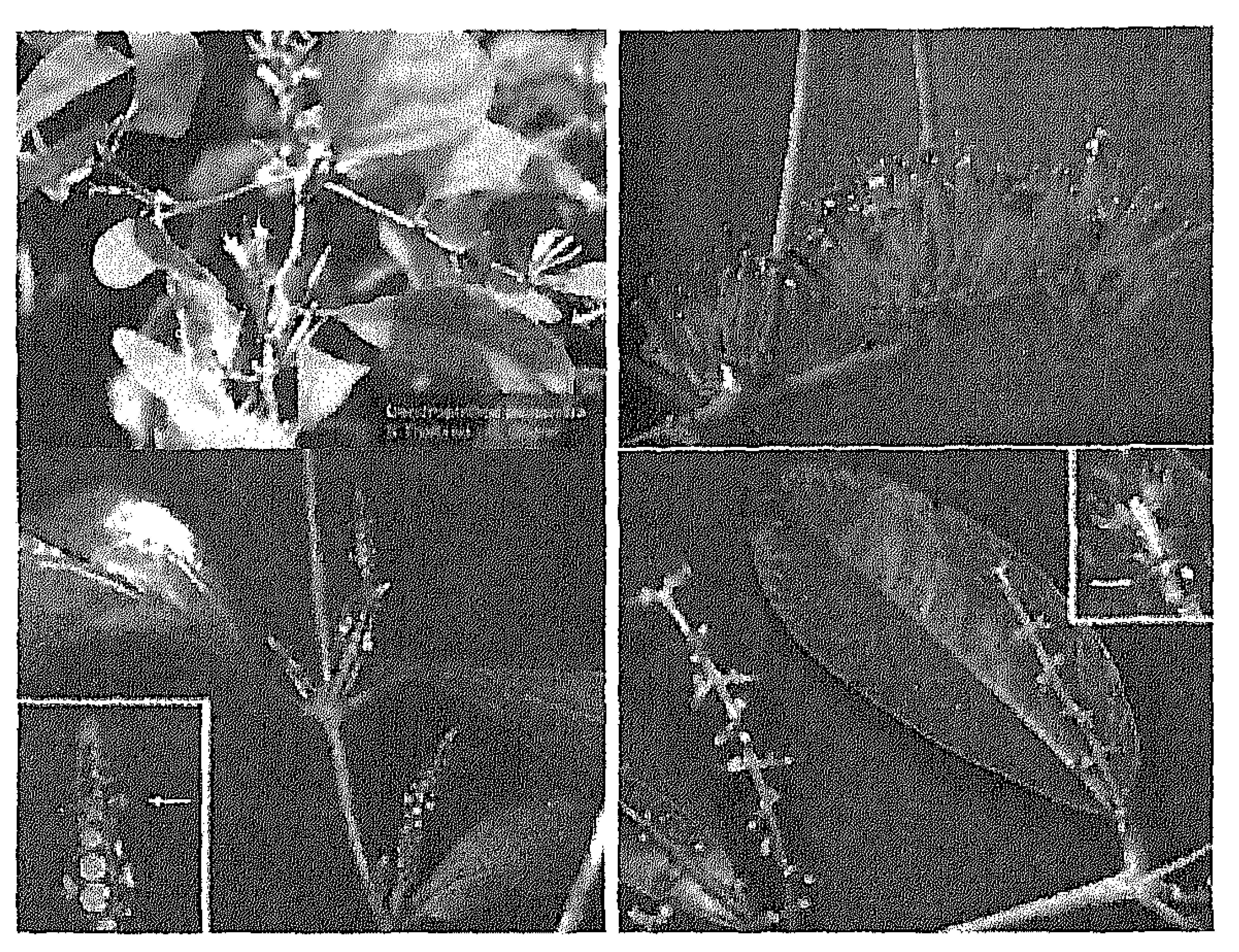
وسيلة المكافحة الوحيدة المتوفرة في الوقت الحاضرهي إزالة الفرع المصاب أو الشجرة المصابة.

نباتات الدبق من عائلة *Loranthaceae*

تضم عائلة *Loranthaceae* 74 جنسا يتبعها حوالي 900 نوعا من نباتات الدبق الإستوائية ذات الأزهار الجميلة. ثمة تطور مشترك وإعتماد متبادل بين هذه النباتات والطيور التي تتغذى على ثمارها وتنقل بذورها.

من نباتات الدبق الطفيلية على الأشجار في عائلة *Loranthaceae* والتي تسبب أضرارا مهمة نبات *Tapinanthus bangwensis* على أشجار الكاكاو *Theobroma cacao* في جزيرة جاوا الأندنوسية و.*Phthirusa* sp على اشجار الساج (Teak) *Tectona grandis* في تايلاند و.*Oryctanthus* sp على أشجار الكاكاو في كوستاريكا (شكل3.54). ثمة 4 أجناس من عائلة *Loranthaceae* هي *Agelanthus* و*Englerina*

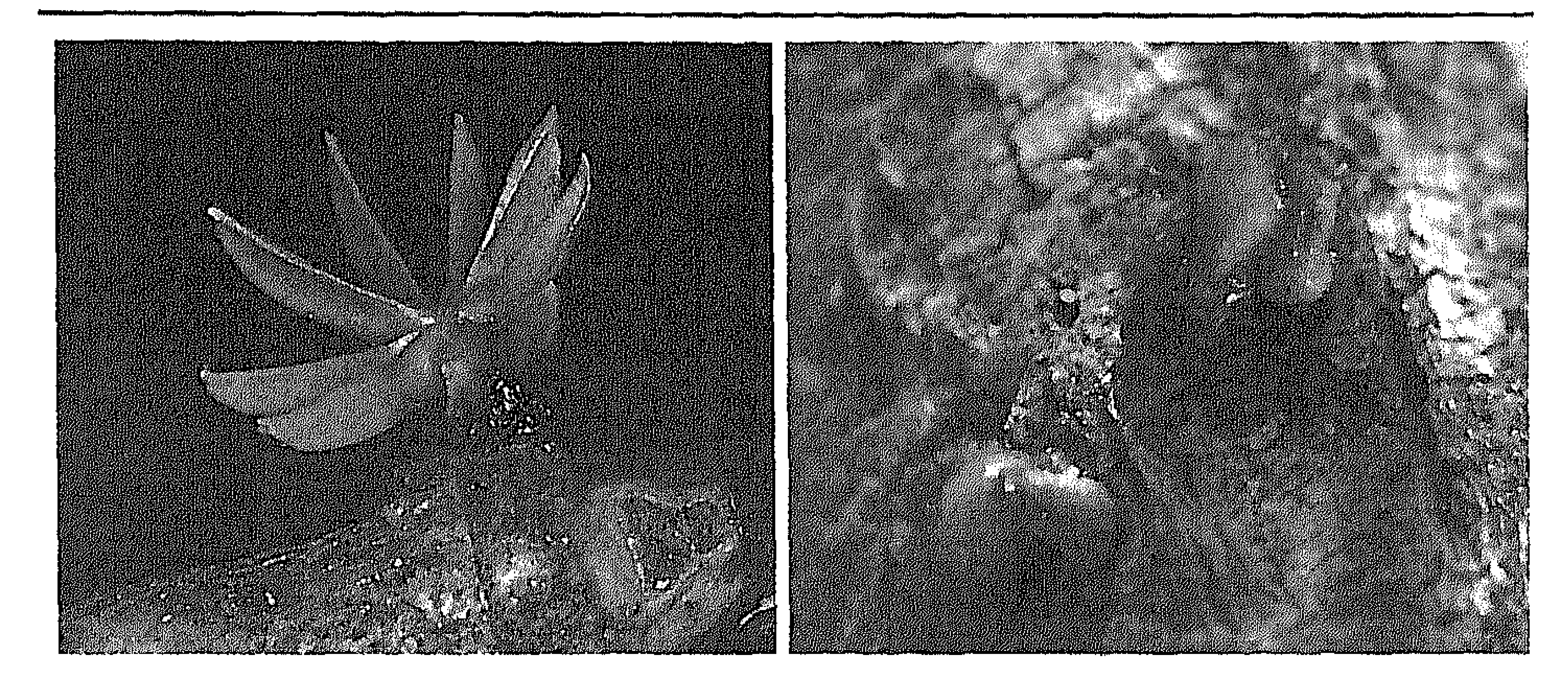
و*Globimetula* و*Tapinanthus* تكون مدمرة بشكل خاص على أشجار *Vitellaria paradoxa* من عائلة *Sapotaceae* في بوركينو فاسو بأفريقيا.



شكل 3.54 : النباتات الطفيلية *Tapinanthus bangwensis* (فوق يمين) و*Phthirusa* sp. (فوق يسار) و*Tectona grandis* (تحت يمين) و *Oryctanthus* sp.(تحت يسار)

عن : (Nickrent & Musselman,2004)

نباتات الدبق في هذه العائلة تكون أزهارها اما ثنائية الجنس أو أن يكون النبات ثنائي المسكن وتعتمد في تلقيحها على الحشرات. الثمرة أحادية البذرة ومحاطة بمواد سليلوزية وبكتينية لزجة، تنبت البذرة على العائل وتكوّن قدما مثبتة (Holdfast) ينشأ عنها ممص يتصل بخلايا الخشب للعائل. تتكون النموات الهوائية من السويق فوق الفلقية وفي بعض الأنواع الأخيرة تكوّن الأخيرة جذور فوق قشرية تمتد من الممص على إمتداد فرع العائل وتكوّن ممصات جديدة (شكل355). ومع تماس الممص مع كامبيوم العائل فإنه يحفز العائل على تكوين خشبا إضافيا يبرز بشكل أعمدة لتشكل ما يشبه سرج المشيمة يسمى وردة الخشب (Woodrose) يبقى ويستخدم في الزينة (الديكور) (شكل3.56).



شكل 3.55 : بذور النبات الطفيلي *Plicosepalus acaciae* تلتصق على جذع شجرة العائل مكونة أقدام التثبيت في طرف الجذير (يمين) وبادرة النبات الطفيلي *Psittacanthus schiedeanus* تظهر العديد من الأوراق الفلقية نامية من قمة الممص الحديث(يسار)

(Nickrent & Musselman,2004)



شكل 3.56 : الجذور فوق القشرية للنبات الطفيلي *Plicosepalus acaciae* تستكشف العائل(يمين) وتكوين ورد الخشب للنبات الطفيلي على عائله شجرة *Acacia*(يسار)

(Nickrent & Musselman,2004)

الدبق الحقيقي أو الورقي True or Leafy Mistletoes

هذه النباتات تعود إلى عائلة *Viscaceae* التي تضم 7 أجناس و543 نوعا.

الممرض (Pathogen) : الدبق الحقيقي أو الدبق الورقي ويشار اليه ايضا بشجرة عيد الميلاد يضم عددا من الأنواع التي تعود إلى الجنسين *Phoradendron* و*Viscum* ويتطفل على أشجار الخشب الصلد من النباتات المغطاة البذور وبعض أشجار المخروطيات(Worrall & Geils,2006). نباتات *Viscum* تتطفل على اشجار العالم القديم (أوروبا) بينما تتطفل نباتات *Phoradendron* على اشجار العالم الحديث (أميركا).

الأعراض والعلامات المرضية (Symptoms and Signs)

هذه النباتات الطفيلية من النباتات الزهرية التي تمتلك ساقا أخضرا سميكا وتتخذ نمواتها شكلا مدورا يصل قطره إلى 1 م حسب النوع (شكل3.57). الأنواع المتطفلة على أشجار الخشب الصلد تكوّن أوراق بيضوية خضراء سميكة بينما تلك التي تتطفل على أشجار المخروطيات تكوّن أوراق صغيرة رقيقة أو تكاد تكون خالية من الأوراق. النبات يكوّن ثمار صغيرة لزجة، بيضاء أو وردية أو حمراء. يمكن ملاحظة وجود النبات الطفيلي الدائم الخضرة ناميا في خصل على الأشجار النفضية في الشتاء.

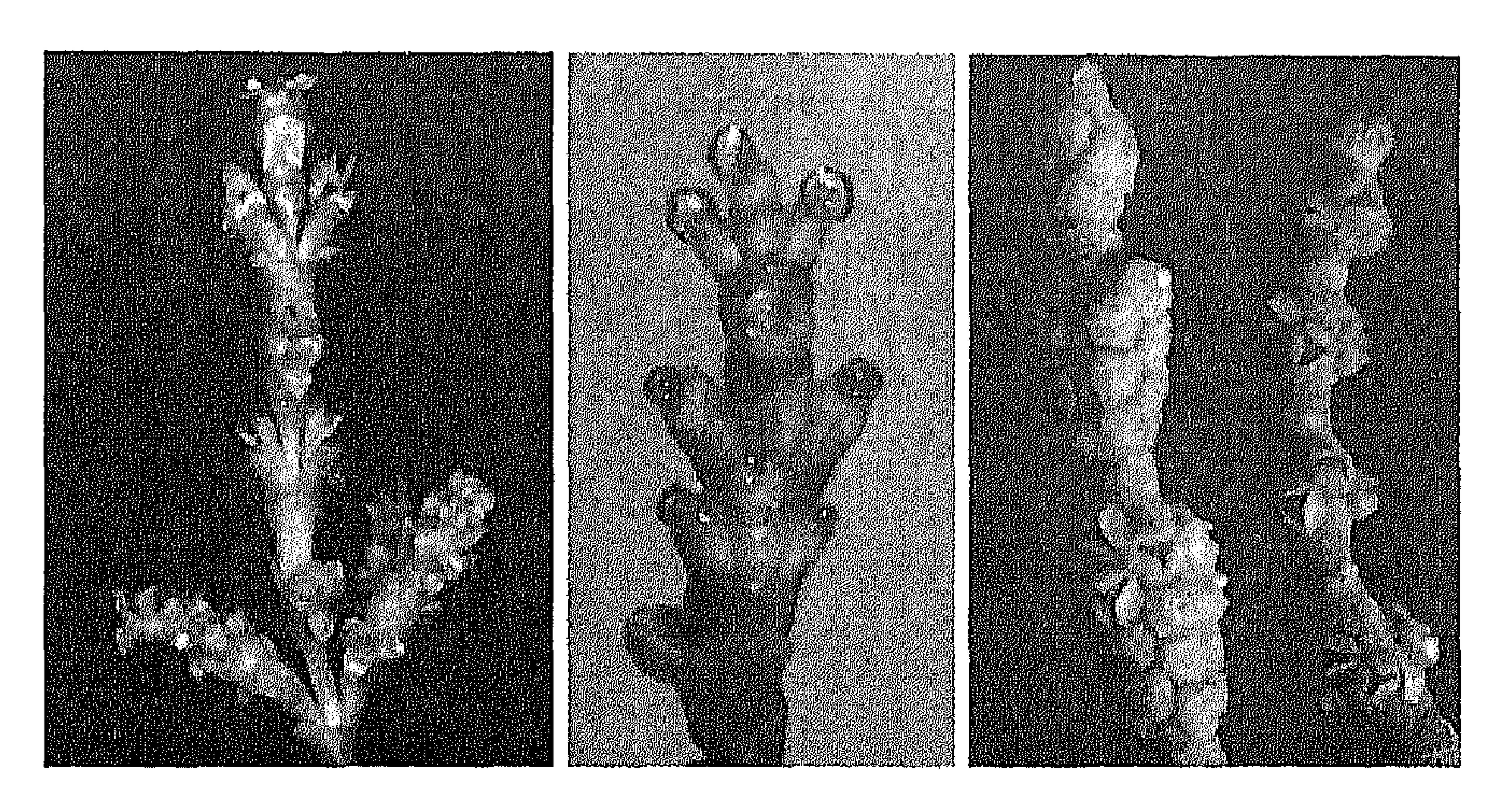


شكل 3.57 : النبات الطفيلي *Phoradendron serotinum* المعروف بدبق عيد الميلاد حاملا الأزهار والثمار(يمين) والدبق الأوروبي *Viscum album* على جذع شجرة(يسار)
(Nickrent & Musselman,2004)

تطور المرض (Development of Diseasse)

ينتشر النبات الطفيلي بواسطة الطيور التي تنقله من خلال إبتلاعها للثمار وخروج البذور مع مخلفاتها أو عن طريق التصاقها بمناقيرها أو ترك البذور على الشجرة المصابة بعد أكلها للب الثمار. عند إنبات البذرة، يتكون جذر محوّر يخترق قلف الشجرة العائلة ويكوّن صلة وعائية تنتقل عبرها المواد الغذائية والماء من العائل اليه. يتطلب نمو المجموع الهوائي 2 إلى 3 سنوات وسنة أخرى لتكوين الثمار.

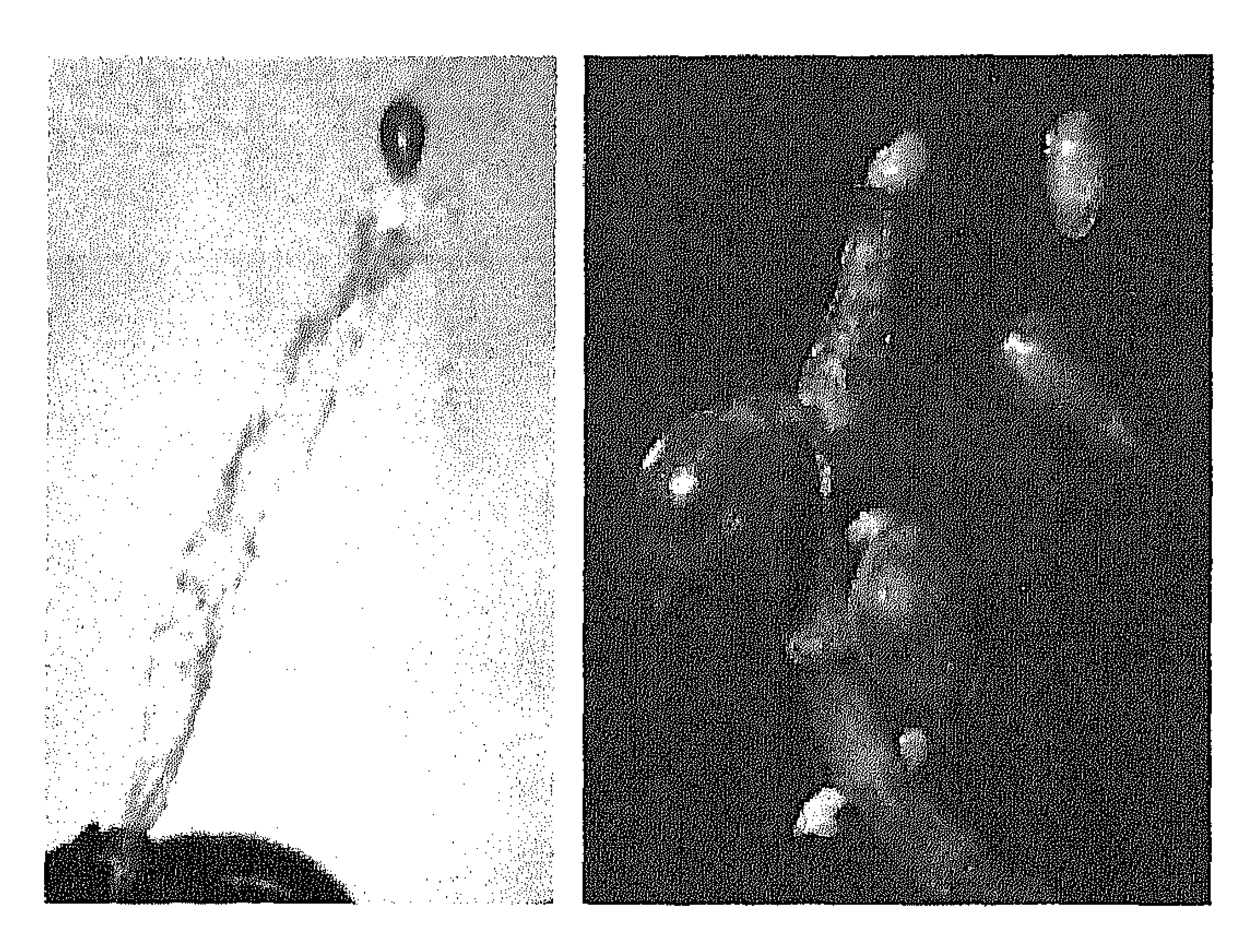
تصيب نباتات الدبق الحقيقي الأشجار الكبيرة ويستمر نشوء نموات النبات الطفيلي عليها لإنجذاب الطيور إلى التغذي على ثمارها. لا يعتبر نبات الدبق الحقيقي كثير العدوانية على الشجرة العائلة إلا في حالة شحة الموارد المائية للشجرة. في بعض الأشجار العائلة مثل البلوط والحور القطني Cottonwood(*Populus deltoides*) يتسبب الدبق الحقيقي في تكوين عقد وموت تراجعي للأطراف.



شكل 3.58 :النورة الأنثوية والى يسارها النورة الذكرية للنبات الطفيلي *Phoradendron serotinum* (يمين) وقطرات التلقيح على مياسم الأزهار الأنثوية للنبات الطفيلي *Arceuthobium campylopodum*(وسط) والنورات الزهرية الذكرية للنبات الطفيلي *A. campylopodum*

(Nickrent & Musselman,2004)

هذه النباتات لها تاثيرات سلبية وإيجابية على الإنسان فهي تستخدم كزينة في احتفالات عيد الميلاد لما تظهره نموات النبات *Viscum album* من أوراق خضراء وثمار بيضاء وتستخدم في الطب الشعبي لمعالجة مرض الشقيقة وأوجاع الراس وتستخدم في أوروبا اساسا لمعالجة السرطان وإن مادة (Lectin (rML من نبات الدبق المعدل وراثيا تستخدم لعلاج سرطان الثدي. التاثير السلبي يتمثل في التاثير على نمو الأشجار بسبب الإصابة بهذه النباتات الطفيلية.



شكل 3.59 : تفريغ بذرة النبات الطفيلي *Arceuthobium durangense* من الثمرة بالقوة(يمين) وصورة عالية السرعة(5 مليون/ثا) لإطلاق البذرة في انواع *Arceuthobium*(يسار)

(Nickrent & Musselman,2004)

دورة حياة هذه النباتات الطفيلية مشابه لما ذكر أعلاه في نباتات الدبق من عائلة *Loranthaceae* ما عدا أن نباتات الدبق الورقي أزهارها تكون صغيرة جدا وتلقح بواسطة الحشرات والهواء (شكل3.58) وتطلق البذور بالقوة من الثمرة (شكل3.59) كما تنقل البذور بواسطة الطيور. النمو الداخلي لهذه النباتات مشابه لما تكونه نباتات الدبق القصير. هذه النباتات تعتبر شبه تطفلية مائيا حيث انها تقوم بالتركيب الضوئي

ويمكن ان تزود النبات العائل بمنتجات التركيب الضوئي أحيانا كما في حالة نباتات *Phoradendron* (National Institutes of Health. 2005 – 2008 ; Nickrent & Musselman,2004).

النبات الطفيلي *Thesium chinense*

جنس *Thesium* الذي يعود إلى عائلة *Santalaceae* يضم نباتات عشبية رفيعة أحيانا شبه شجيرية، معمرة أو حولية اختيارية التطفل على جذور الحشائش والنباتات الخشبية، ومن النباتات الاقتصادية قصب السكر والشعير والقمح والثوم والبصل والعنب.





شكل 3.60 : النبات الطفيلي *Thesium chinense*(يمين) والزهرة مقربة(يسار)

عن : SIUC / College of Science / Parasitic Plant Connection / *Santalaceae*

URL: http://www.parasiticplants.siu.edu/Thesiaceae/index.html

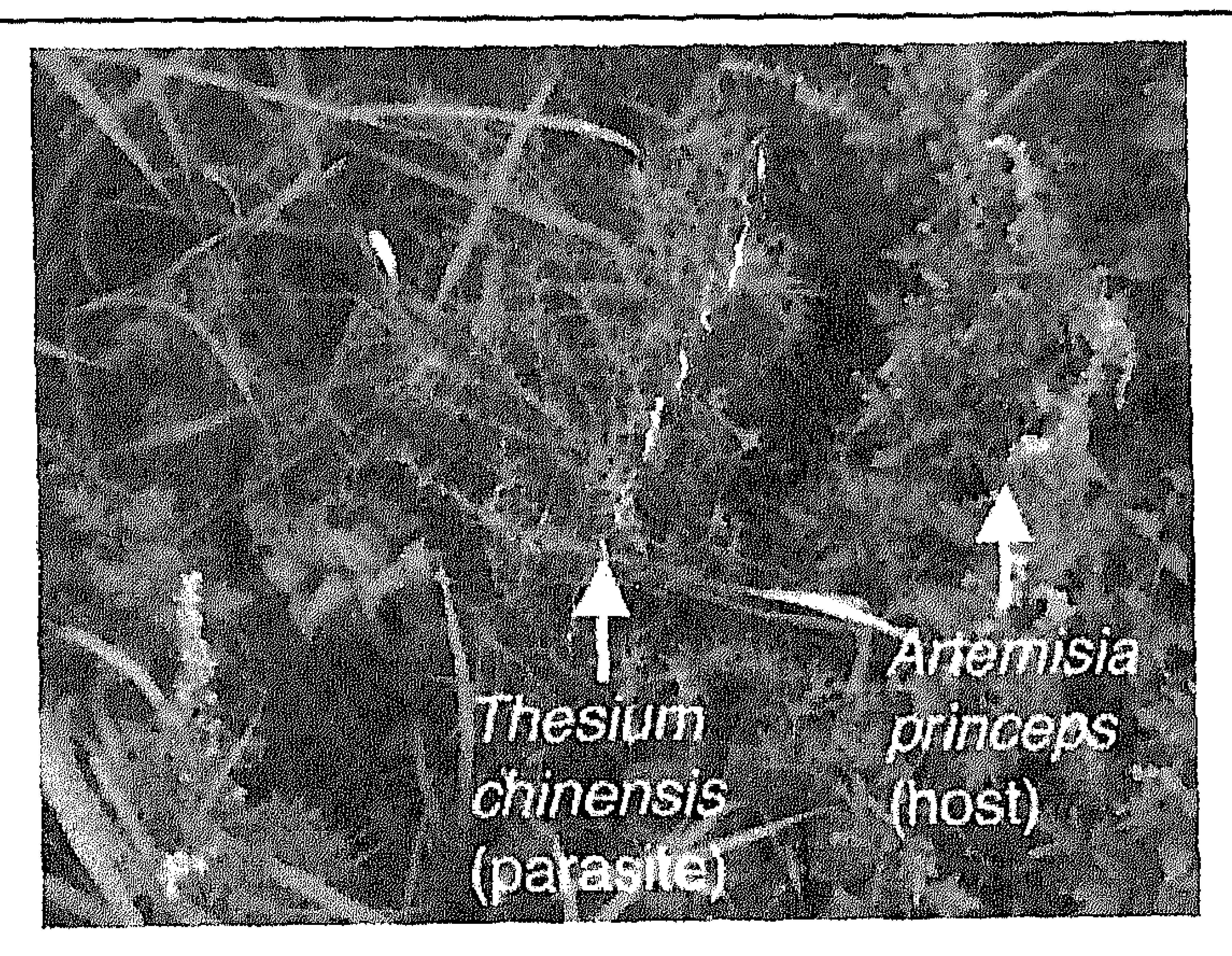
السيقان خضراء، الأوراق متبادلة جالسة عادة، طويلة أو شبه حرشفية أحيانا. النورة الزهرية تبدو طرفية، وهي رسيمية عادة، القنبات شبه ورقية. الأزهار ثنائية الجنس، بيضاء أو خضراء مصفرة، أنبوبية ذات 4 – 5 فصوص، ألأسدية عند قاعدة الفصوص، المبيض تحتي، معنق أو جالس، الثمرة من نوع لبندقة الصغيرة(شكل3.60).

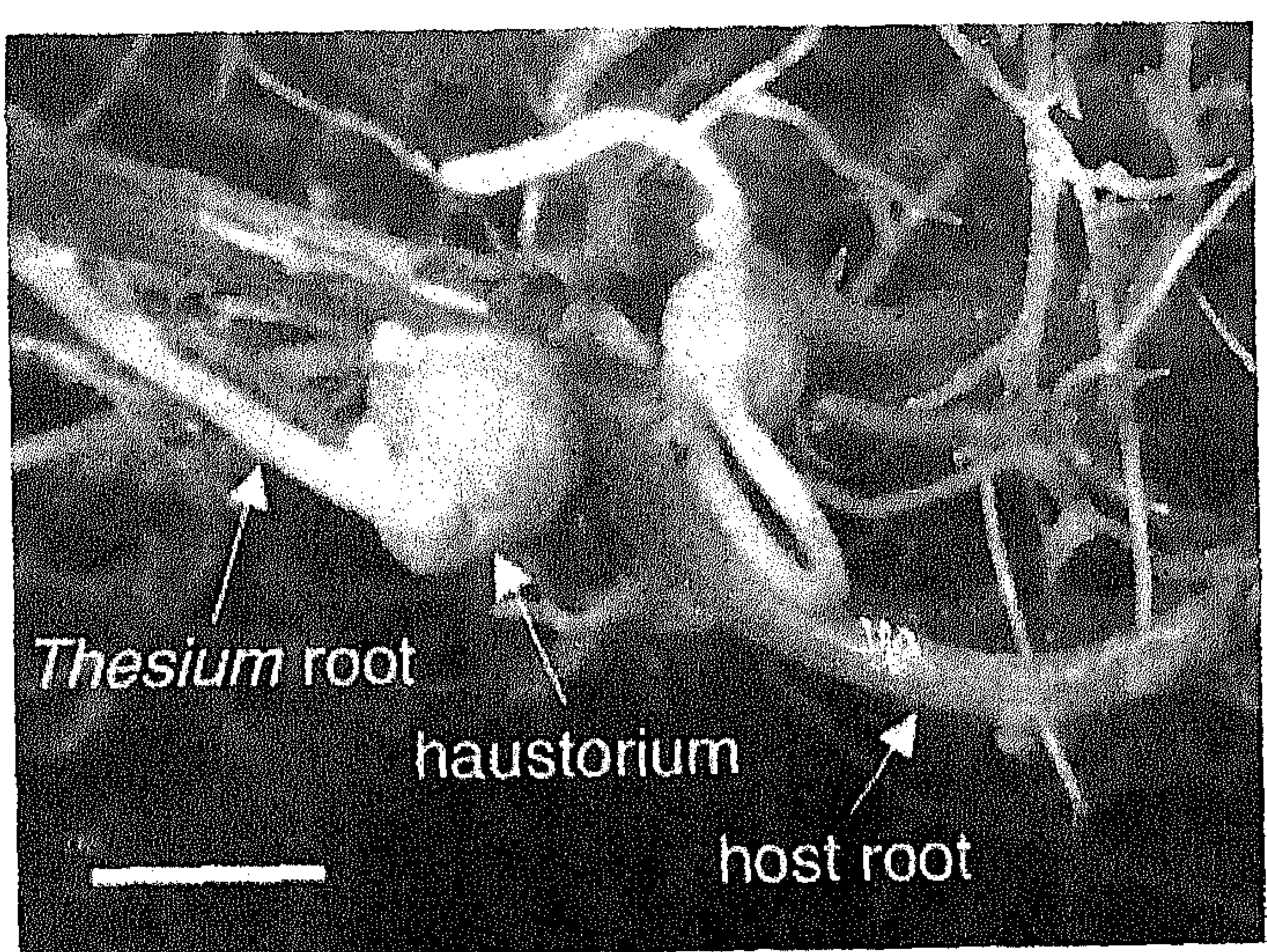
يتألف جنس *Thesium* من حوالي 245 نوعا واسعة الانتشار في المناطق المعتدلة من العالم القديم خصوصا في أفريقيا الجنوبية، قليل من الأنواع في المناطق الإستوائية والمعتدلة من أميركا الجنوبية، 16 نوعا في الصين 9 منها متوطنة فيها(Wu *et al.*,2003a ; Nickrent & Musselman,2004).

النبات *Thesium humile* متطفل على الجذور ويسبب خسائر اقتصادية على محصول القمح. أظهرت الدراسات الفسلجية ان هذا النبات الطفيلي (و ربما الأنواع الأخرى من جنس *Thesium*) يتمكن من التركيب الضوئي حيث يكون ناتج العملية السكر الكحولي المانيتول. مع ذلك فهو يسحب المواد السكرية من النبات العائل بشكل سكروز الذي سرعان ما يحوله إلى مانيتول. وهكذا يظهر أن المانيتول يمثل مركب كاربوهيدراتي ذائب رئيس في ايض الكاربون لهذا النبات ما حفز الباحثون على التوصية بإستهداف مسار تخليق المانيتول كآلية للمكافحة الكيميائية للطفيلي(Fer *et al.*,1993).

النبات الطفيلي *Thesium chinense* عشبي معمر، قليل التفرع، رفيع بارتفاع 15 – 40 سم. يعيش النبات في المناطق الرطبة على المنحدرات والمروج والحقول ينتشر في الصين وجنوب شرق آسيا. للنبات استخدامات طبية(Wu *et al.*,2003b). هذا النبات طفيلي اختياري على نباتات عائلة *Poaceae*.

يتطفل النبات *Thesium chinense* على 22 نوعا من النباتات تعود إلى 11 عائلة نباتية. الممصات (شكل3.61) ليست ذات توزع عشوائي على جميع النباتات العائلة في المجتمع النباتي ما يشير إلى وجود إنتخابية عوائلية ما بعد تحقيق الصلة بجذر العائل. ومع أن هذا النبات الطفيلي يفضل النباتات العائدة إلى عائلة *Poaceae*، فإن الممصات على جذور نباتات عائلة *Fabaceae* تكون أكبر مما هي على الأنواع الأخرى(Suetsugu *et al.*,2008).





شكل 3.61 : النبات الطفيلي *Thesium chinense* على النبات العائل *Artemisia princeps*(فوق) وعلى جذور نبات *Eragrostis curvula* حيث تلاحظ ممصات الطفيلي المتنفخة

عن : (Suetsugu *et al.*,2008)

الفصل الرابع Chapter 4

أمراض النبات المتسببة عن الطحالب

Plant Diseases Caused by Algae

الطحالب مجموعة كبيرة ومهمة من الأحياء معظمها مجهرية تعود إلى مملكة *Chromista* وهي إلى جانب النباتات الخضراء مكنت من تغيير طبيعة الحياة على كوكب الأرض بإنتاجها للأوكسجين الغازي وتشكيلها للقاعدة الغذائية الأساسية للأحياء من خلال استغلالها للطاقة الشمسية بواسطة التركيب الضوئي وخزنها بشكل مواد عضوية قابلة للاستهلاك من قبل طيف واسع من الأحياء بما فيها بعض الطحالب فوق الطفيلية على الطحالب والفطريات والحيوانات الصغيرة والأسماك وحتى الإنسان. والى جانب الطحالب الحقيقية، كثيرا ما يتم التعامل مع الطحالب الخضر المزرقة (Cyanobacteria) ضمن موضوع الطحالب علما أنها بكتريا ولا تعود إلى مملكة *Chromista* وذلك بسبب التشابه في الطبيعة البيئية والفسلجية العامة.

على الرغم من كون الطحالب والطحالب الخضر المزرقة في معظمها ذاتية التغذية، فإن بعض أنواعها تكون مستنبتة تنمو داخل الأحياء الأخرى دون أن تؤذيها وأخرى طفيلية على الأحياء الأخرى بما فيها الطحالب وتسبب امراضا على النباتات وحتى الإنسان كما هي بعض أنواع *Prototheca* الفاقدة للكلوروفيل حيث تسبب أمراض جلدية.

معظم الطحالب الممرضة للنبات تهاجم النباتات البرية، وبسبب عدم وضوحها ولكونها تشابه الفطريات الواطئة عادة فإنها غالبا ما يخطأ تشخيصها(Joubert & .(Rijkenberg,1971

الطحالب الخضراء الممرضة للنبات تعود إلى جنس *Rhodochytrium* من عائلة *Chlorococcaceae* وجنس *Phyllosiphon* من عائلة *Phyllosiphonaceae* حيث تصيب العديد من الأدغال وبعض النباتات المزروعة، وجنس *Stomatochroon* يضم النوعين *Stomatochroon coalitus* يصيب *Rollinia deliciosa* من عائلة *Annonaceae* و*S. consociatus* يصيب المانغو *Mangifera indica* والأكاسيا *Acacia* sp. و*Cuphea melvilla* من عائلة *Lythraceae* و*Cuphea melvilla* و*Lagerstroemia speciosa* من عائلة *Lythraceae* و*Cestrum diurnum* من عائلة *Solanaceae*(Anonymous,2004).

تسبب أنواع *Cephaleuros* خصوصا *C. virescens* و *C. parasiticus* أمراضا على 200 نوعا من النباتات تشمل أمراض التبقع على الأوراق والسيقان وحتى الثمار. الأنواع التابعة لجنس *Cephaleuros* من عائلة *Tentepohliaceae* يضم أكثر أنواع الطحالب الممرضة أهمية حيث يصيب الكثير من أنواع النباتات البرية والمزروعة ويسبب خسائر اقتصادية في المحصول خصوصا على المحاصيل الإستوائية كالشاي *Camellia sinensis* والبن *Coffea arabica* والكاكاو *Theobroma cacao* والحمضيات .*Citrus* spp والفلفل الأسود *Piper nigrum* والمانغو *Mangifera indica* والجوافة *Psidium guajava* والأفوكادو *Persea Americana* والفانيلا *Vanilla planifolia* وجوز الهند *Cocos nucifera* ونخيل الزيت *Elaeis guineensis* والعديد غيرها. تتركز الإصابات في المناطق الإستوائية حيث الرطوبة العالية ودرجات الحرارة المناسبة (Agrios,2005 ; Nelson,2008b).

تسبب أنواع *Cephaleuros* أمراض تبقع الأوراق الطحلبي (Algal Leaf Spot) وتبقع الثمار الطحلبي (Algal Fruit Spot) ومرض القشرة الخضراء (Green Scurf) وعلى الشاي والبن يسمى مرض الصدأ الأحمر "Red Rust".

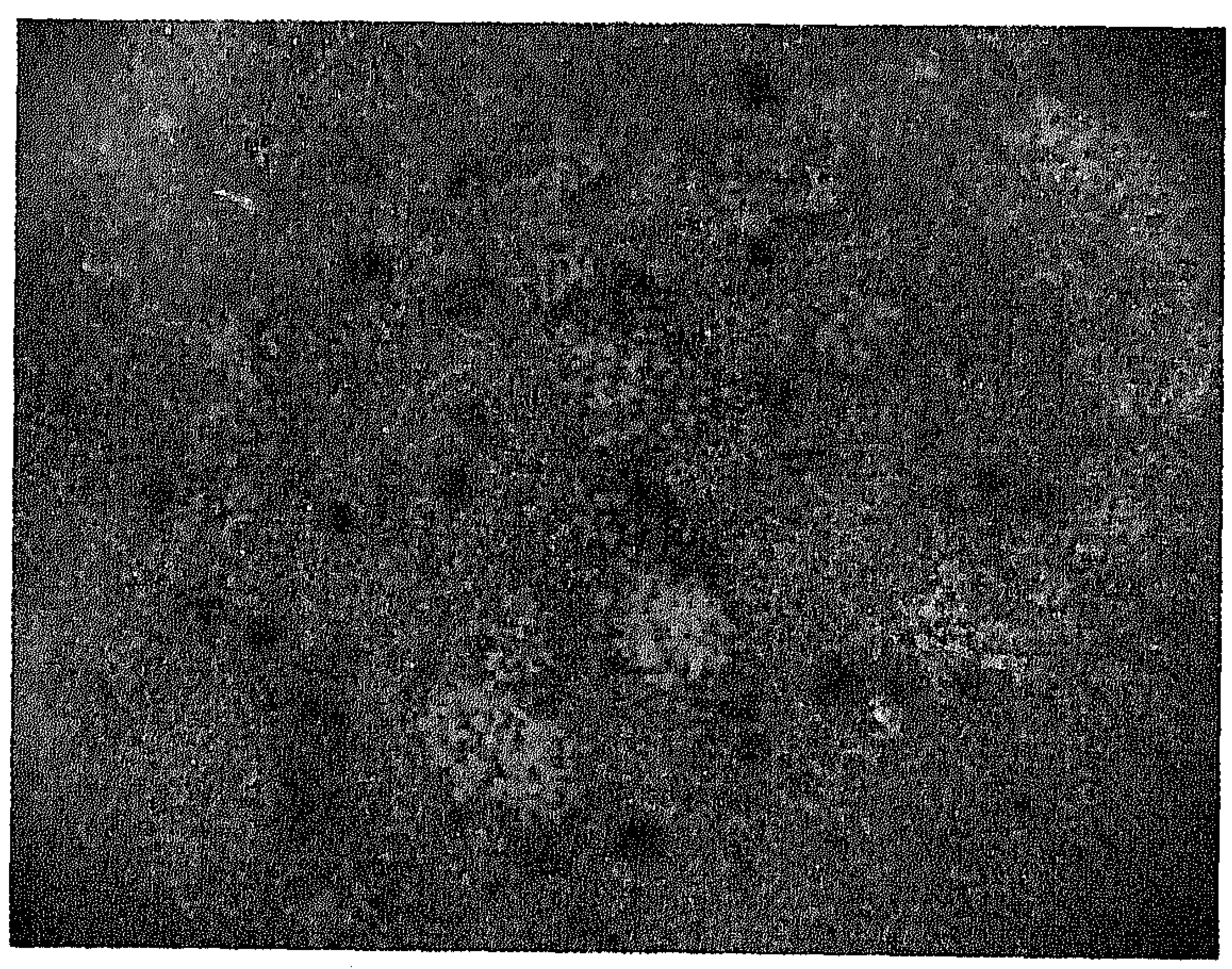
تنتشر هذه الطحالب في جميع القارات حيث ظروف الحرارة والرطوبة المناسبة خصوصا في الجزر الواقعة بين خطوط العرض 33 شمال و33 جنوب خط الإستواء.

الممرض

مع أن هذه الطحالب الخضراء الممرضة هي هوائية فإنها تحتاج إلى وجود غشاء مائي على سطوح النبات العائل من أجل إكمال دورة حياتها.

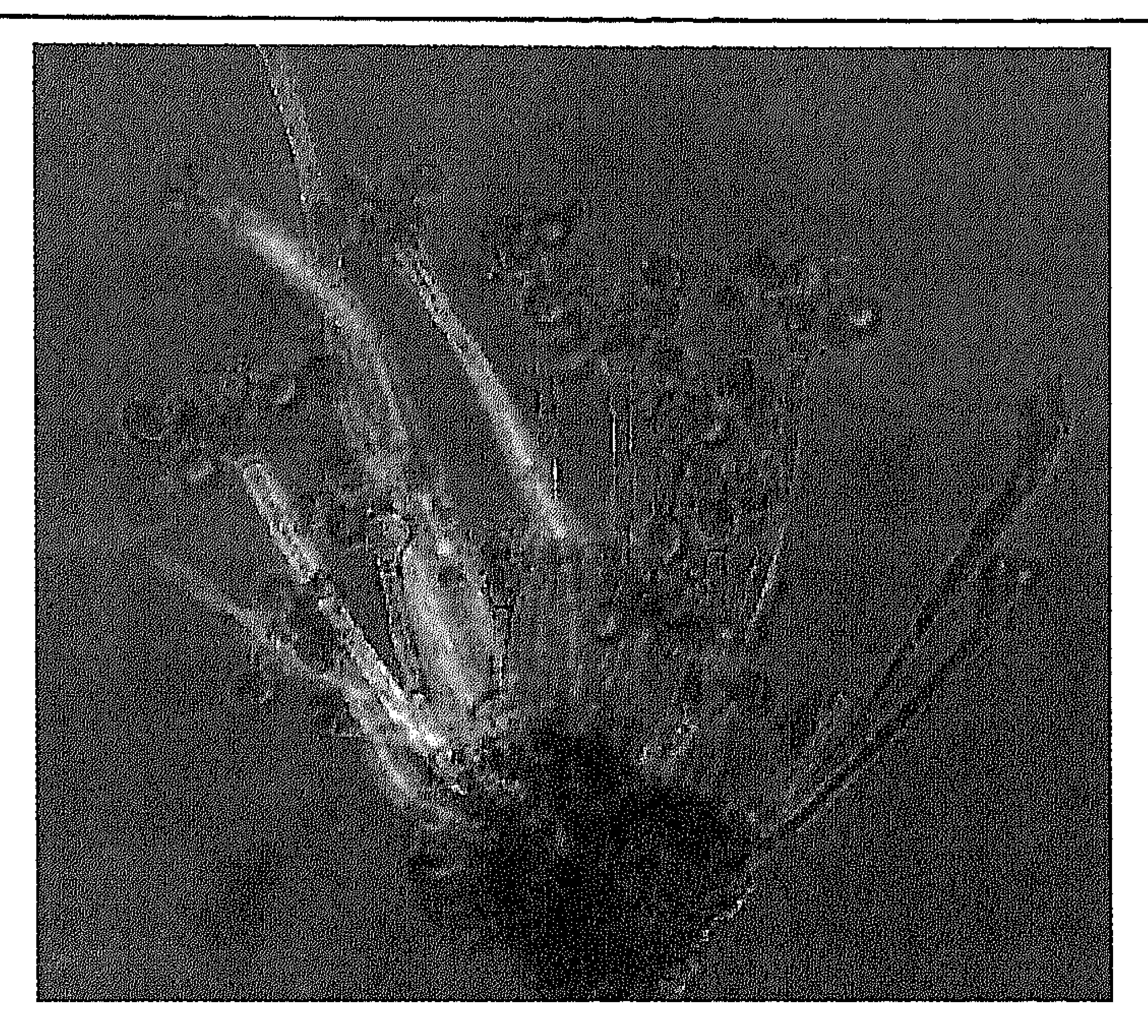
ثالوس طحالب *Cephaleuros* تكون قرصية غير منتظمة مؤلفة من خلايا مرتبة تناظريا أو متفرعة بغير انتظام، برتقالية إلى حمراء بنية (شكل 4.1 و4.2).

يكوّن الطحلب خيوطا تنمو بين أدمة وبشرة أوراق النباتات العائلة أو تحت البشرة أحيانا ويمكن أن تنمو هذه الخيوط ما بين خلايا النسيج الوسطي. ويكوَن الطحلب تراكيب قائمة شعرية من خلايا إسطوانية غير متفرعة خصيبة أو عقيمة. تتكاثر هذه الطحالب بواسطة الأبواغ المتحركة التي تتكون داخل حوافظ بوغية تحمل على نهايات تراكيب خيطية هي حوامل الحوافظ البوغية تنتهي بواحدة أو أكثر من الخلايا الرأسية التي تحتضن الحوافظ البوغية (شكل4.3).



شكل 4.1 : ثالوس الطحلب *Cephaleuros parasiticus* يخرج من خلا بشرة السطح السفلي لأوراق الجوافة. اللون الأصفر الصدأي للطحلب يوهم بأنه لأحد فطريات الصدأ.

عن : (Nelson,2008b)



شكل 4.2 : الثالوس القرصي وحوامل الحوافظ البوغية والحوافظ والأبواغ الحافظية للطحلب *Cephaleuros parasiticus*

عن : (Nelson,2008b)



شكل 4.3 : أعرض الإصابة بالطحلب *Cephaleuros virescens* على أوراق الأجزاء السفلية من نبات الأفاكادو

عن : (Nelson,2008b)

الحوافظ المشيجية تتكون طرفيا أو بينيا على الخيوط القاعدية. وهكذا تتمكن هذه الطحالب من التكاثر الجنسي واللاجنسي. نتيجة التكاثر الجنسي تؤدي الى تكوين ثالوس بوغي (Sporophyte) قزمي. الطور اللاجنسي هو الفعال في إحداث المرض.



شكل 4.4 : أعراض الإصابة بالطحلب *Cephaleuros parasiticus* على أوراق وثمار الجوافة

عن : (Nelson,2008b)

تنتقل الأبواغ بواسطة الرياح والمطر وعند إنباتها يمكن أن تصيب النبات العائل خصوصا في المواسم الممطرة الدافئة. العوامل المهيئة لحساسية العائل للإصابة تشمل ضعف التغذية وسوء صرف التربة وضعف التهوية.

الأعراض والعلامات المرضية (Symptoms and Signs)

تختلف أعراض المرض بإختلاف نوع الطحلب الممرض والعائل والظروف البيئية. تبقع الأوراق المتسببة عن الطحلب *C. virescens* تظهر على السطح العلوي بشكل بقع دائرية مرتفعة، زغبية برتقالية أو بنية قطرها يصل إلى 2 سم ذات حواف خيطية. أما تلك المتسببة عن الطحلب *C. parasiticus* على أوراق الجوافة فتكون بشكل بقع نخرية على سطحي الورقة والنسيج مابين العروق. البقع يمكن أن تحاط بهالة صفراء. على ثمار الجوافة البقع تكون غائرة قليلا ومتشققة وفي حالة الإصابة الشديدة تعطي الثمرة منظرا جربيا(4.4). على الأفرع يمكن أن تؤدي القروح إلى موت تراجعي وفقدان الأعضاء الطرفية.

تطور المرض (Development of Diseasse)

الأبواغ المتحركة بعد إنباتها يمكن أن تصيب الأوراق والأفرع والثمار. عقب الإصابة تصفر الخلايا المصابة بينما تتوسع وتنقسم الخلايا المحيطة بالخلايا المصابة. إذا كانت النباتات المصابة تحت ظروف مجهدة، ينمو ثالوس الطحلب وتموت الخلايا المبكرة الإصابة لتتكون القروح. تحت الظروف الملائمة لتطور المرض يمكن أن تغطي القروح جميع سطوح النموات الهوائية للنبات. تؤدي الإصابة إلى تخفيض مستوى التركيب الضوئي وتشويه الثمار. ومع أن إصابة الأوراق تكون قليلة الأهمية الاقتصادية على معظم النباتات، إلا أنها تكون كبيرة الأهمية على بعضها مثل الجوافة حيث تسبب ضعف النمو بسبب تخفيض معدل التركيب الضوئي وتخفيض الإنتاج.

يمكن تمييز أنواع *Cephaleuros* والأضرار التي تسببها إلى مجموعتين حسب نمط التطفل: في الأولى تكون الإصابة تحت الأدمة (Subcuticular) كما في حالة الطحلب *C. virescens* وفي الثانية تكون الإصابة ما بين الخلايا (Intercellular) كما في حالة الطحلب *C. parasiticus*. المجموعة الثانية تكون أكثر ضررا للنبات.

دورة حياة المسبب المرضي تبدأ مع سقوط الحوافظ البوغية أو أجزاء الثالوس على نسيج النبات العائل. تحت ظروف الرطوبة العالية ووجود الغشاء المائي تتحرر الأبواغ المتحركة من الحوفظ البوغية، تخترق أدمة النبات وتكون ثالوس قرصي له

خيوط طحلبية. ينمو الطحب ويتكاثر داخل البقع ويبقى فيها حتى بعد سقوطها على الأرض كمتبقيات (Agrios,2005 ; Nelson,2008b).

السيطرة على المرض (Control)

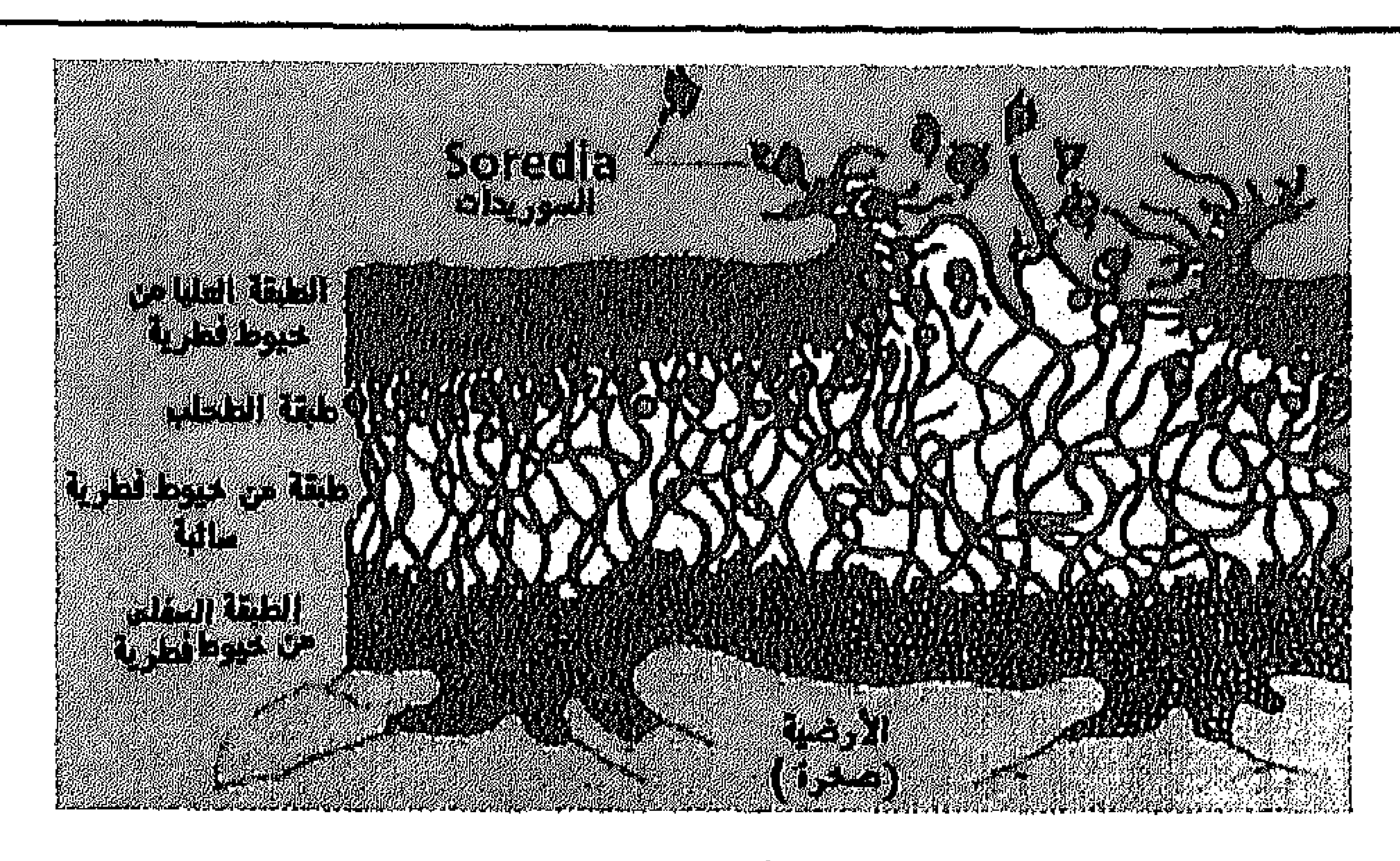
المكافحة المتكاملة :

1. الإجراءات الصحية تشمل إزالة الأوراق وتقليم الأفرع المصابة المنخفضة خصوصا. تخفيف الأفرع العلوية لزيادة التهوية. الاعتناء بتسميد النباتات وصرف التربة.
2. مكافحة الأدغال.
3. استخدام المبيدات الكيميائية مثل مزيج بوردو.
4. زراعة الأصناف المقاومة والزراعة المختلطة مع نباتات أو أصناف مقاومة (Nelson, 2008).

أمراض النبات المتسببة عن الأشنات

Plant Diseases Caused by Lichens

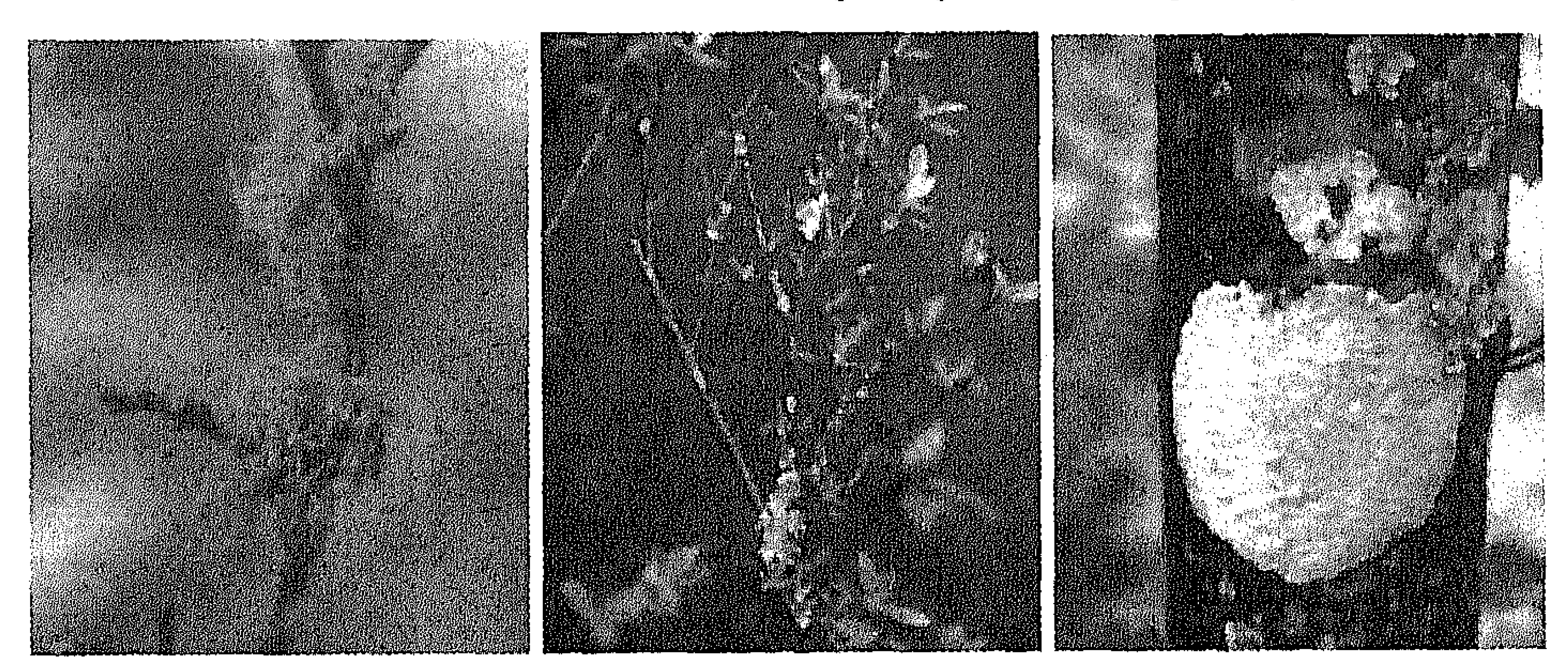
الأشنات هي حالة تعايش تكافلية بين أنواع معينة من الفطريات تعود في غالبيتها إلى الفطريات الكيسية (Lichinous Fungi) والطحالب الخضراء المجهرية (Chlorophyta) أو الطحالب الخضر المزرقة (Cyanobacteria) أو كليهما أحيانا. الفطر ويسمى الشريك أو المكون الفطري (Mycobiont) يوفر الملجأ للأشنة بواسطة غزله الفطري والماء والعناصر المعدنية للشريك أو المكون الضوئي (Photobiont) الذي يتمثل بالطحلب ويكون مسؤولا عن تكوين السكريات كمصدر أساس للمواد العضوية من خلال التركيب الضوئي. للأشنات تركيب خاص(شكل4.5) وتتكاثر عن طريق التجزؤ أو بواسطة أبواغ المكون الفطري الذي عند إنباته قرب طحلب متوافق يحتجزه ضمن الغزل الفطري النامي. وإذا كان المكون الضوئي يتمكن من الحياة المستقلة فإن المكون الفطري ليس كذلك.



شكل 4.5 : مقطع عرضي في الأشنة يوضح تركيبها وتكون السوريدات

عن : WH Freeman **www.sinauer.com** **www.whfreeman.com**

المعروف أن الأشنات تنمو في البيئات الصعبة التحمل من قبل الأحياء كسطوح الصخور والترب وسطوح الأشجار على قمم الجبال أو في الصحاري والمناطق القطبية. الأشنات حساسة للملوثات سواء في التربة أو في الهواء وهي بذلك تستخدم ككواشف للتلوث البيئي. تسهم الأشنات من خلال نشاطها الأيضي في تعرية الصخور وتكوين التربة حيث تمكن من بدء سلسلة التعاقب النباتي على اليابسة. وتوفر الأشنات مادة غذائية للحيوانات خصوصا الغزلان. توجد أنواع مختلفة من الأشنات من بينها الأشنات القشرية والورقية والشجيرية(شريف،2011).



شكل 4.6 : اشنات قشرية على جذع شجرة(يمين) وأشنة ورقية على أفرع شجرة الأزاليا(وسط) وأشنة شجيرية على جذع شجرة(يسار) عن : (Hagan,2004)

معظم الأشنات ليست ممرضة للنبات لكن نموها الكثيف على الأشجار خصوصا في المناطق المعرضة للضوء يمكن أن يقلل من شدة الإضاء المطلوبة للتركيب الضوئي وبذلك تضعف نمو النبات (شكل4.6). الأشنات من نوع *Strigula* spp. حيث يكون المكوّن الضوئي من جنس *Cephaleuros* المعروف بكونه ممرض للنبات، تسبب أمراض على نباتات الكاميليا *Camellia* spp. وهي من نباتات الزينة ولتي تنتشر في شرق آسيا ويعود اليها النبات الاقتصادي الشاي *C. sinensis* وشجيرات الزينة مغنوليا (*Magnolia*) وشجيرات صريمة الجدي (*Lonicera*) وأشجار البلوط والسماق وأشجار القيقب ونبات الشليك وغيرها.

على شجيرات مغنوليا تسبب أشنات *Strigula* تكون بقع قشرية رمادية بيضاء صغيرة تقلل من جمالية الشجيرات المصابة دون أن تؤثر كثيرا على حيويتها.

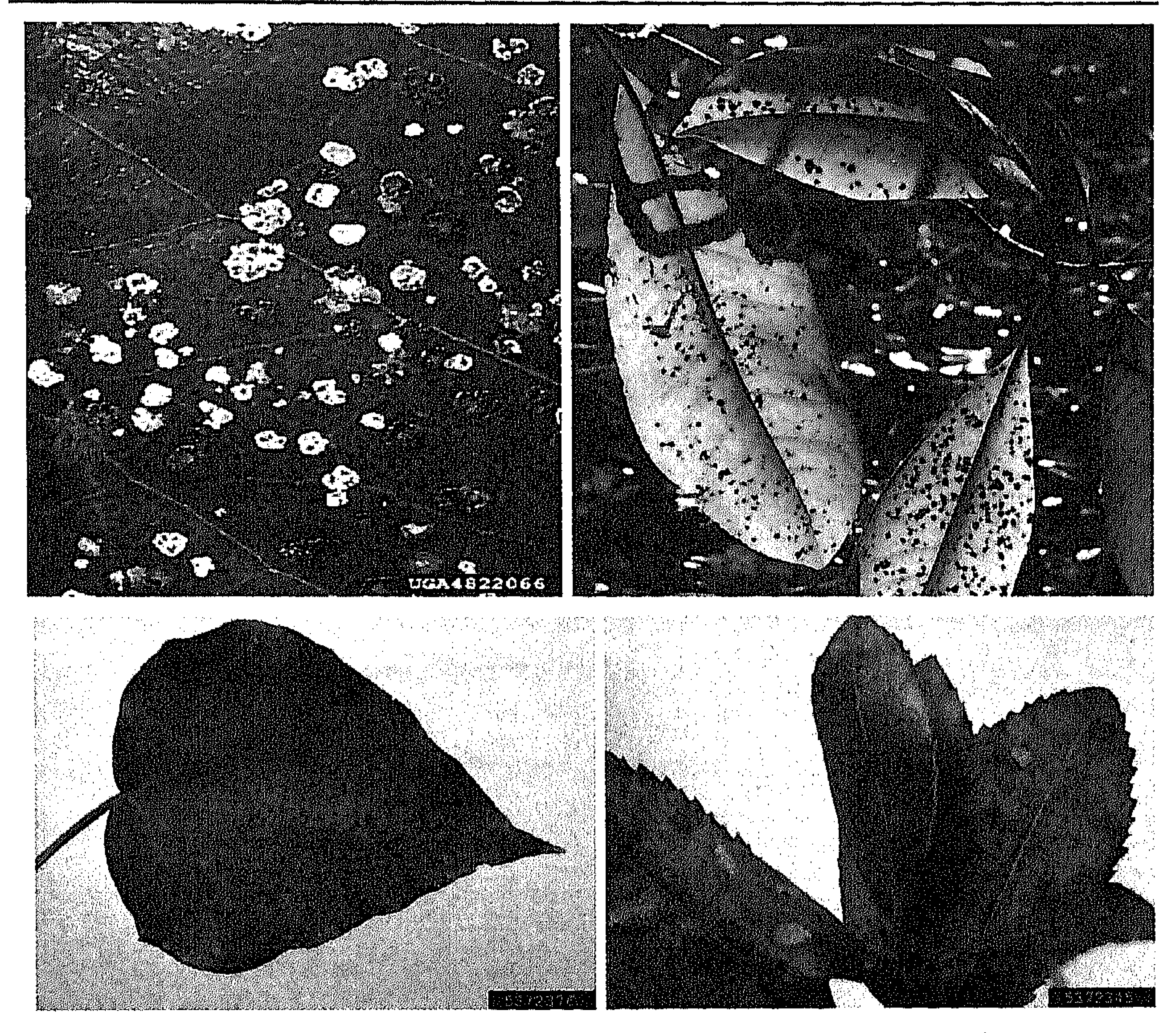
مكافحة الأشنة على النبات تتطلب العناية بنمو الشجرة ويمكن استخدام المبيد الكيميائي Kocide 2000 أو Kocide DF(Hagan,2004).

الأشنة Strigula

Lichen Strigula

تتألف الأشنة من 85 إلى 90 نوعا. يقدم (McCarthy,2009) وصفا علميا ومفتاحا تصنيفيا لجنس *Strigula*.

تضم الأشنة *Strigula* عددا من الأنواع الممرضة للنبات حيث تصيب الأوراق ونادرا الساق. من الأنواع الممرضة *Strigula elegans* على أشجار *Magnolia grandiflora*. المكون الطحلبي لهذه الأشنة هو الطحلب الطفيلي *Cephaleuros virescens* الذي تعود اليه القدرة الطفيلية للأشنة. أما المكون الفطري للأشنة فيعود لبضعة أجناس أهمها الجنسين *Massaria* و*Microthyriella* وهي من الفطريات الكيسية.



شكل 4.7 : أعراض الإصابة بالأشنة *Strigula smaragdula* على أوراق شجرة *Magnolia grandiflora*(أعلى) وعلى أوراق نبات الشليك *Arbutus unedo*(أسفل يمين) والبلاب *Hedera* spp.(أسفل يسار)

عن : Florida Division of Plant Industry Archive)

(http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5372385

الأعراض والعلامات المرضية

(Symptoms and Signs)

تتواجد الأشنة في النماذج المصابة تحت أدمة الأوراق وتكون بشكل قشور رمادية بيضاء قطرها 1 – 10 ملم على السطح العلوي للأوراق (شكل4.7). الأشنة تحمل التراكيب الثمرية السوداء اللون للفطر. يسبب نمو الأشنة نخر في البشرة لكنه

نادرا ما يخترق النسيج الوسطي. هذه الأشنة ليست كبقية الأشنات حيث أنها لا تكون سوريدات وإنما تتكاثر عن طريق تكاثر الطحلب بأبواغه الحافظية المتحركة والأبواغ البكنيدية اللاجنسية أو الأبواغ الكيسية الجنسية التي تتكون في الأجسام الثمرية الدورقية للفطر كل على إنفراد(Schubert,1981).

السيطرة على المرض (Control)

تتبع الأجراءات نفسها كما في السيطرة على أمراض الطحالب.

المراجع

شريف، فياض محمد. 2011 . أساسيات الفطريات : مظهر ومعاملة وبيئة الفطريات. تحت الطبع

Abbes, Z., M. Kharrat, P. Delavault, W. Chaïbi and P. Simier. 2009 . Nitrogen and carbon relationships between the parasitic weed *Orobanche foetida* and susceptible and tolerant faba bean lines. Plant Physiol Biochem, 47:153– 159

Agrios, G. N. 2005 . Plant Pathology. 5th.ed. Academic Press. . San Diego 922 p.

Akiyama, K., K. Matsuzaki and H. Hayashi. 2005. Plant sesquiterpenes induce hyphal branching in arbuscular mycorrhizal fungi. Nature, 435: 824–827

Albert, M., X. Belastegui-Macadam and R. Kaldenhoff. 2006 . An attack of the plant parasite *Cuscuta reflexa* induces the expression of *attAGP*, an attachment protein of the host tomato. The Plant Journal, 48 (4): 548–556

Alonso, L. C., J. Ferna´ndez-Escobar, G. Lo´pez, M. I. Rodrı´guez-Ojeda,

And F. Sallago F. 1996. New highly virulent sunflower broomrape (Orobanche cernua Loefl.) pathotypes in Spain. In: Moreno MT,Cubero JI, Berner D, Joel D, Musselman LJ, Parker C, eds. Six international parasitic weeds. Symposium on the Advances in Parasitic Plant Research. Sevilla: Junta de Andalucı'a, Consejerı'a de Agricultura y Pesca, 639–644

Aly, R., H. Cholakh, D. M. Joel, D. Leibman, B. Steinitz, A. Zelcer, A. Naglis, O. Yarden and A. Gal-On.. 2009 . Gene silencing of mannose 6-phosphate reductase in the parasitic weed *Orobanche aegyptiaca* through the production of homologous dsRNA sequences in the host plant. J. Plant Biotechnol., 7: 487-498

Amusan, I. O., P. J. Rich, A. Menkir, T. Housley and G. Ejeta. 2008 . Resistance to *Striga hermonthica* in a maize inbred line derived from *Zea diploperennis*. New Phytologist, 178 : 157–166

Anand, A., S. R. Uppalapati, C-M. Ryu, S. N. Allen, L. Kang, Y. Tang and K. S. Mysore. 2008 .Salicylic acid and systemic acquired resistance play a role in attenuating crown gall disease caused by *Agrobacterium tumefaciens*. Plant Physiology, 146:703-715

Attaran, E., T. E. Zeier, T. Griebel and J. Zeierb. 2009 . Methyl salicylate production and jasmonate signaling are not essential for systemic acquired resistance in *Arabidopsis*.The Plant Cell, 21 : 954–971 www.plantcell.org

Babalola, O. O. 2010 . Exogenous cellulase contributes to mycoherbicidal activity of *Fusarium arthrosporioides* on *Orobanche aegyptiaca*.

International Journal of Agronomy, Article ID 963259, PDF, 4 pages. doi:10.1155/2010/963259

Bar-Nun, N., T. Sachs and A. M. Mayer. 2008 . A role for IAA in the infection of *Arabidopsis thaliana* by *Orobanche aegyptiaca.* Annals of Botany, 101: 261–265 doi: 10.1093/aob/mcm032, available online at www.aob.oxfordjournals.org

Bleischwitz, M., M. Albert, H-L Fuchsbauer and R. Kaldenhoff. 2010. Significance of Cuscutain, a cysteine protease from *Cuscuta reflexa,* in host-parasite interactions. BMC Plant Biology, 10: 227-235 http://www.biomedcentral.com/1471-2229/10/227

Broshot, N, L. Larsen and R.Tinnin. 1986 . Effects of Arceuthobium americanum on Twig Growth of Pinus contorts. Pdf 8 pp.

CABI / EPPO. 1990 . *Arceuthobium* spp. (non-European). Data Sheets on Quarantine Pests for the EU under Contract 90/399003

Calladine, A. and J.S. Pate. 2000. Haustorial structure and functioning of the root hemiparastic tree *Nuytsia oribunda* (Labill.) R.Br. and water relationships with its hosts. Annals of Botany, 85: 723 – 731 doi:10.1006/anbo.2000.1130, available online at http://www.idealibrary.com

Cameron, D. D., A. M. Coats and W. E. Seel. 2006 . Differential resistance among host and non-host species underlies the variable success of the hemi-parasitic plant *Rhinanthus minor*. Annals of Botany , 98: 1289–1299 doi:10.1093/aob/mcl218, available online at www.aob.oxfordjournals.org

Cameron , D. D., J-M Geniez, W. E. Seel and L. J . Irving. 2008 . Suppression of host photosynthesis by the parasitic plant *Rhinanthus minor*. Annals of Botany, 101: 573–578 doi:10.1093/aob/mcm324, available online at www.aob.oxfordjournals.org

Castillejo,M. A., A. M. Maldonado, E. Dumas-Gaudot,M. Fernández-Aparicio, R. Susín, R. Diego and J. V. Jorrín. 2009 . Differential expression proteomics to investigate responses and resistance to *Orobanche crenata* in *Medicago truncatula*. BMC Genomics, 10:294 doi:10.1186/1471-2164-10-294 This article is available from: http://www.biomedcentral.com/1471-2164/10/294

Chern, M., P. E. Canlas and P. C. Ronald. 2008. Strong suppression of systemic acquired resistance in Arabidopsis by NRR is dependent on its ability to interact with NPR1and its putative repression domain. Molecular Plant Advance Access published online on April 22, 2008 . Molecular Plant, doi:10.1093/mp/ssn017

http://mplant.oxfordjournals.org/cgi/content/abstract/ssn017v1

Du, L., G. S. Ali, K. A. Simons, J. Hou, T. Yang, A. S. N. Reddy and B. W. Poovaiah. 2009 . Ca^{2+}/calmodulin regulates salicylic-acid-mediated plant immunity. Nature , 457: 1154-1158

Eberwein, R., D. L. Nickrent and A. Weber. 2009 . Development and morphology of flowers and inflorescence in *Baanophora papuana* and *B. elongate* (Balanophoraceae). American Journal of Botany, 96 (6) : 1055–1067

Echevarría-Zomeño, S., A. Pérez-de-Luque, J. Jorrín and A. M. Maldonado. 2006 . Pre-haustorial resistance to broomrape (*Orobanche cumana*) in sunflower (*Helianthus annuus*): cytochemical studies. Journal of Experimental Botany, 57 (15) : 4189–4200

Elzein, A., J. Kroschel, P. Marley and G. Cadisch . 2009 . Does vacuum-packaging or co-delivered amendments enhance shelf-life of *Striga*-mycoherbicidal products containing *Fusarium oxysporum* f. sp. s*trigae* during storage?. Biocontrol Science and Technology, 9 94) : 349 - 367

Encycloweedia . 2007 . *Orobanche ramose* .California Department of Food and Agriculture

Estabrook, E. M. and J. I. Yoder. 1998 . Plant-plant communications: rhizosphere signaling between parasitic aAngiosperms and their hosts . Plant Physiol., 116 : 1- 7

Fan, Z.-W., H. Buschmann and J. Sauerborn. 2007 . Prohexadione-calcium induces sunflower (*Helianthus annuus*) resistance against the root parasitic weed *Orobanche cumana*. Weed Research, 47: 34–43(Abstract)

Federal Noxious Weed Dissemunules of The U. S.,2008a. *Cuscuta* L. Family: *Convolvulaceae*

Federal Noxious Weed Dissemunules of The U. S.,2008b. *Orobanche* L. Family: *Orobanchaceae.*

Fer, A., P. Simier, M. C. Arnaud, L. Rey and S. Renaudin. 1993 . carbon acquisition and metabolism in root hemiparasitic angiosperm, *Thisium*-

humile (*Santalaceae*) growing on wheat (*Triticum-vulgare*). Australin Journal of Plant Physiology, 20 (1) : 15-24

Fernández-Martínez, J., J. Melero-Vara, J. Muñoz-Ruz, J. Ruso and J. Domínguez. 2000 . Selection of wild and cultivated sunflower for resistance to a new broomrape race that overcomes resistance of the Or(5) gene. Crop Science, 40 :550–555

Fernández-Aparicio, M., A. Pérez-de-Luque, M. D. Lozano and D. Rubiales. 2007 . Inoculation and growth with root parasitic plants. *Medicago truncatula* handbook version 20 April 2007 . PDF, 11pp.

Fernández-Aparicio, M., F. Flores and D. Rubiales. 2009 . Recognition of root exudates by seeds of broomrape (*Orobanche* and *Phelipanche*) species. Annals of Botany, 103: 423–431
doi:10.1093/aob/mcn236, available online at www.aob.oxfordjournals.org

García, M. A. 2004 . Taxonomy and systematics of *Cuscuta* L. (Convolvulaceae). Page 6 In : COST ACTION 849: Parasitic plant management in sustainable agriculture. Thematic meeting "GENETIC DIVERSITY OF PARASITIC PLANTS" 19-21 February 2004, Córdoba, Spain

Gbèhounou, G. 2006 . *Rhamphicarpa fistulosa* and *Striga hermonthica*: two parasitic threats to rice in West Africa. International weed Science Society Newsleter, August, 2006

Goldwasser,Y., J. Hershenhorn, D. Plakhine, Y. Kleifeld and B. Rubin 1999. Biochemical factors involved in vetch resistance to *Orobanche*

aegyptiaca. Physiological and Molecular Plant Pathology, 54 : 87–96

Gomez-Roldan,V., S. Fermas, P. B. Brewer, V. Puech-Pages and coauthors. 2008 . Strigolactone inhibition of shoot branching. Nature, 455: 189–194

Hagan, A. 2004 . Lichens on woody shrubs and trees. ANR-857. Alabama A & M and Auburn Universities. PDF,2pp.

Hawksworth F.G. and D. Wiens. 1996. Dwarf Mistletoes: Biology, Pathology and Systematics. Agricultural Handbook 709. Washington, DC: USDA Forest Service. 410 p. http://www.rms.nau.edu/publications/ah_709

Hiraoka, Y., U. Hiroaki and Y. Sugimoto. 2009 . Molecular responses of *Lotus japonicus* to parasitism by the compatible species *Orobanche aegyptiaca* and the incompatible species *Striga hermonthica*. Journal of Experimental Botany, 60 (2) : 641–650
http://jxb.oxfordjournals.org/open_access.html

Hurtado, O. 2004 . Study and manipulation of the Salicylic Acid-dependent defense pathway in plants parasitized by *Orobanche aegyptiaca* Pers. M. Sc. Thesis submitted to the faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia. PDF, 98 pp.

Jiang, F., W. D. Jeschke, W. Hartung and D. D. Cameron. 2008 . Does legume nitrogen fixation underpin host quality for the hemiparasitic plant Rhinanthus minor? Journal of Experimental Botany, 59 (4) : 917–925
http://jxb.oxfordjournals.org/open_access.html

Joel, D. M. and V. H. Portnoy. 1998. The angiospermous root parasite

Orobanche L. (*Orobanchaceae*) induces expression of pathogenesis related (PR) gene in susceptible tobacco roots. Annals of Botany, 81 : 779–781

Joubert, J. J., and F. H. J. Rijkenberg. 1971. Parasitic green algae. Annu. Rev. Phytopathol., 9 : 45–64(Abstract) Anonymous. 2004 .Parasitic algae and their plant hosts .Pages 32 – 37 In : List of Plant Diseases in American Samoa 2004. Land Grant Technical Report No. 41. PDF

Kawakita, A. and M. Kato. 2002 . Floral biology and unique pollination system of root holoparasites, *Balanophora kuroiwai* and *B. tobiracola* (Balonophoraceae). American Journal of Botany, 89 (7) : 1164–1170

Keyes, W. J., J. V. Taylor, R. P. Apkarian, and D. G. Lynn. 2001 . Dancing together. Social controls in parasitic plant development. Plant Physiol, 127 : 1508-1512

Kipgen, L. and K. Jibankumar. 2010 . *Balanophora* : a rare and endangered plant found in North East India. Ecotone, a quarterly newsletter on environment and biodiversity of North East India, 3 : 20 : 13

Kusumoto, D., Y. Goldwasser, X. Xie, K. Yoneyama,Y. Takeuchi and K. Yoneyama. 2007 . Resistance of red clover (*Trifolium pratense*) to the root parasitic plant *Orobanche minor* is activated by salicylate but not by jasmonate. Annals of Botany, 100: 537–544 doi:10.1093/annbot/mcm148, available online at www.aob.oxfordjournals.org

Lanini, W. T. and M. Kogan. 2005 . Biology and management of *Cuscuta* in crops. Ciencia e Investigacion Agraria, 32 (3) : 165-179

Lanini, W. T., D. W. Cudney, G. Miyao, K. J. Hembree. Ed. B. Ohlendorf. 2002 . Dodder .Integrated pest management for home gardeners and professional horticulturalists. Publication 7496. Produced by IPM Education and Publications,UC Statewide IPM Project, University of California, Davis. Pdf 4 pp.

Losner-Goshen, D., V. H. Portnoy, A. M. Mayer and D. M. Joel. 1998 . Pectolytic activity by the haustorium of the parasite plant *Orobanche* L (*Orobanchaceae*) in host roots. Ann. Bot., 81 : 319-326

Lozano-Baena, M. D., E. Prats, M. T. Moreno, D. Rubiales and A Pérez-de-Luque. 2007 . Medicago truncatula as a Model for Nonhost Resistance in Legume-Parasitic Plant Interactions. Plant Physiology, 145 : 437–449

Liao, G-I., M-Y. Chen and C-S. Kuoh. 2005 . Pollen morphology of *Cuscuta* (Convolvulaceae) in Taiwan. Bot. Bull. Acad. Sin., 46 : 75-81

Logan, D. C. and G. R. Stewart. 1991. Role of ethylene in the germination of the hemiparasite Striga hermonthica. Plant Physiol., 97:1435-1438

McCarthy, P. M. 2009 . *Strigula*. From Flora of Australia volume 57. PDF, 3 pp.

Mellersh, D. G., I. V. Foulds, V. J. Higgins and M. C. Heath. 2002. H2O2 plays different roles in determining penetration failure in three diverse plant–fungal interactions. The Plant Journal, 29 : 257–268

Miller, A. E., G. K. Douce,T. R. Murphy, B. T. Watson and T. J. English. 1997 . Small broomrape *Orobanche minor* Smith. The University of Georgia Cooperative Extension Service in cooperation with USDA-APHIS-

PPQ http://www.bugwood.caes.uga.edu

Mitich, L. W. *Orobanche* the Broomrapes
http://ext.agn.uiuc.edu/wssa/subpages/weed/WT72.htm

Mor, A., A. M. Mayer and A. Levine. 2008 . Possible peroxidase functions in the interaction between the parasitic plant, *Orobanche aegyptiaca*, and its host, *Arabidopsis thaliana.* Weed Biology and Management, 8: 1–10

Musselman, L. J. 1980. The biology of Striga, Orobanche, and other root-parasitic weeds. Ann. Rev. Phytopathol. 18:463-489

Musselman, L. J., C. S. Harris and W. F. Mann, Jr. 1978 . *Agalinis purpurea* : a parasitic weedon sycamore, sweet gum and loblolly pine.Tree Planters' Notes. U.S. Department of Agriculture, USA. PDF, 2 pp.

National Institutes of Health. 2005 - 2008 . European Mistletoe. U.S. Department of Health and Human Services

Nelson, S. C. 2008a . *Cassytha filiformis.* Plant Disease, PD-42. Cooporative Extension service, College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa. PDF, 10 pp.

Nelson, S. C. 2008b . *Cephaleuros* Species, the Plant-Parasitic Green Algae. Plant Disease - PD-43. Department of Plant and Environmental Protection Sciences. College of Tropical Agriculture and Human Resources (CTAHR). University of Hawaii. PDF, 6 pp.

Nickrent, D. L. 2002. . Parasitic Plants of the World. Chapter 2, pp. 7-27 *in* J. A. López-Sáez, P. Catalán and L. Sáez [eds.], Parasitic Plants of the

Iberian Peninsula and Balearic Islands. Mundi-Prensa, Madrid

Nickrent, D. L. and L. J. Musselman. 2004 . Introduction to parasitic flowering plants. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2004-0330-01

Niu, J-H, H. Jian, J-M Xu, Y-D Guo and Q. Liu. 2010 . RNAi technology extends its reach: Engineering plant resistance against harmful eukaryotes. African Journal of Biotechnology, 9 (45) : 7573-7582 Available online at http://www.academicjournals.org/AJB

Ouedraogo, Neumann, Raynal-Roques, Salle, Tuquet and Dembele. 1999 . New insights concerning the ecology and the biology of *Rhamphicarpa fistulosa* (Scrophulariaceae). Weed Research, 39: 159–169. doi: 10.1046/j.1365-3180.1999.00133.x

Pal, K. K. and B. M. Gardener, 2006. Biological Control of Plant Pathogens The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-A-2006-1117-02

Pérez-de-Luque, A., J. Jorrín, J. I. Cubero and D. Rubiales. 2005a. Resistance and avoidance against Orobanche crenata in pea (Pisum spp.) operate at different developmental stages of the parasite. Weed Research, 45 : 379–387

Pérez-de-Luque, A., D. Rubiales, J. I. Cubero, M. C. Press, J. Scholes, K. Yoneyama, Y. Takeuchi, D. Plakhine and D. M. Joel . 2005b. Interaction between Orobanche crenata and its host legumes: unsuccessful haustorial penetration and necrosis of the developing parasite. Annals of Botany, 95 : 935–942

Pérez-de-Luque, A., C. I. González-Verdejo, M. D. Lozano, M. A. Dita, J. I. Cubero, P. González -Melendi, M. C. Risueño and D. Rubiales. 2006 . Protein cross-linking, peroxidase and b-1,3-endoglucanase involved in resistance of pea against *Orobanche crenata.* Journal of Experimental Botany, 57 (6) : 1461–1469

Pérez-de-Luque, A., M. T. Moreno and D. Rubiales. 2008 . Host plant resistance against broomrapes (Orobanche spp.): defence reactions and mechanisms of resistance. Ann Appl Biol, 152 : 131–141

Press, M. C. and G. K. Phoenix . 2005 . Impacts of parasitic plants on natural communities. New Phytologist, 166 : 737–751

Purrington, C. 2006. Dodder (*Cuscuta* spp). Swarthmore College Ramaiah, K. V., V. L. Chidley, and L. R. House. 1991. A time-course study of early establishment stages of parasitic angiosperm Striga asiatica on susceptible sorghum roots. Anna. Appl. Biol.,118:403-410

Rispail, N., M. -A. Dita, C. González-Verdejo, A. Pérez-de-Luque, M. -A. Castillejo, E. Prats, B. Román, J. Jorrín, D. Rubiales. 2007 . Plant resistance to parasitic plants: Molecular approaches to an old foe. New Phytologist, 173 (4) : 703-711

Román, B., Z. Satovic, D. Rubiales, A. M.Torres, J. I. Cubero, N. Katzir and D. M. Joel . 2002 . Variation among and within populations of the parasitic weed Orobanche crenata from Spain and Israel revealed by inter simple sequence repeat markers. Phytopathology, 92 : 1262–1266

Rubiales D. 2003. Parasitic plants, wild relatives and the nature of

resistance. New Phytologist, 160 : 459–461

Saremi, H. and S. M. Okhovvat. 2008 . Biological control of *Orobanche aegyptiaca* by *Fusarium oxysporum* f. sp. *orobanchein* northwest Iran. Commun Agric Appl Biol Sci.,73(4) : 931- 938

Sauerborn, J., H. Buschmann, G. Ghiasvand,and K-H. Kogel. 2002 . Benzothiadiazole activates resistance in Sunflower (*Helianthus annuus*) to the root-parasite weed *Orobanche cumana*. Phytopathology, 92 : 59-64

Schneeweiss, G. M. 2004 . Taxonomy and phylogeny in *Orobanche*. Page 4 In : COST ACTION 849: Parasitic plant management in sustainable agriculture Thematic meeting "GENETIC DIVERSITY OF PARASITIC PLANTS" 19-21 February 2004, Córdoba, Spain

Schroeder, C. A. 1967 . The stem parasite *Cassytha filiformis* a botanical relative of avocado. California Avocado Society 1967 Yearbook 51: 159-160. University of California, Los Angeles

http://www.avocadosource.com/CAS_Yearbooks/CAS_51_1967/CAS_1967_PG_159-160.pdf

Schubert, T. S. 1981 . *Strigula* Fries, the plant parasitic lichen. Plant Pathology Circular No.227. Fla Dept. Agric. & Consumer Serv.Division of Plant Industry. PDF, 2 pp.

Serghini, K., A. Pérez-de-Luque, M. Castejón-Muñoz, L. García-Torres and J. N. Jorrín. 2001 . Sunflower (Helianthus annuus L.) response to broomrape (Orobanche cernua Loefl.) parasitism:induced synthesis and excretion of 7-

hydroxylated simple coumarins. Journal of Experimental Botany, 52 : 2227–2234

Shindrova, P., P. Ivanov and V. Nikolova . 1998 . Effects of broomrape intensity of attack on some morphological and biochemichal indices of sunflower. Helia, 21 : 55–62

Shivamurthy, G. R., G.. Arekal and B. G. L. Swamy. 1980 . Establishment, structure and morphology of the tuber of *Balanophora*. Annals of Botany, 47 (6) : 735 – 745 (Abstract)

Suetsugu, K., A. Kawakita and M. Kato. 2008 . Host range and selectivity of the hemiparasitic plant *Thesium chinense* (*Santalaceae*). Annals of Botany, 102: 49–55 doi:10.1093/aob/mcn065, available online at www.aob.oxfordjournals.org

Swift, C. E. 2008 . *Cuscuta* and *Grammica* species – Dodder a plant parasite G:\PARASITIC PLANTS\DODDER\Dodder - a plant parasite - Cuscuta Grammica Colorado State University Cooperative Extension Tri River Area.htm

Tennakoon, K. U., J. S. Pate and G. R. Stewart. 1997 . Haustorium-related uptake and metabolism of host xylem solutes by the root hemiparasitic shrub *Santalum acuminatum* (R. Br.) A. DC. (Santalaceae). Annals of Botany, 80: 257- 264

The IITA *Striga* Research Group for The Pan African *Striga* Control Network (PASCON) International Institute of Tropical Agriculture PMB

5320, Ibadan, Nigeria. 1997 . *Striga* Research Methods — A manual . pdf 81 pp.

Thorogood, C.J. (date accessed). Species account: Orobanche minor. Botanical Sociaty of the British Isles, www.bsbi.org.uk.

Truman, W., M. H. Bennett' I. Kubigsteltig' C. Turnbull and M. Grant. 2007 . *Arabidopsis* systemic immunity uses conserved defense signaling pathways and is mediated by jasmonates. PNAS, 104 (3) : 1075-1080

Umehara ,M., A. Hanada, S. Yoshida, K. Akiyama, T. Arite and coauthors. 2008. Inhibition of shoot branching by new terpenoid plant hormones. Nature, 455: 195–200

Vallad, G. E. and R. M. Goodman. 2004 . Systemic acquired resistance and induced systemic resistance in conventional agriculture. Crop Sci., 44 : 1920-1934

Walker, T. S., H. P. Bais, E. Grotewold, and J. M. Vivanco. 2003 . Root exudation and rhizosphere biology. Plant Physiol, 132 : 44-51

Westbury, D. B. 2004 . *Rhinanthus minor* L. Journal of Ecology, 92: 906–927. doi: 10.1111/j.0022-0477.2004.00929.x

Wigchert, S.C. and B. Zwanenburg. 1999 . A critical account in the inception of *Striga* seed germination. J. Agric. Food. Chem., 47 : 1320-1325

Worrall, J. and B. Geils. 2006. Dwarf mistletoes. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2006-1117-01

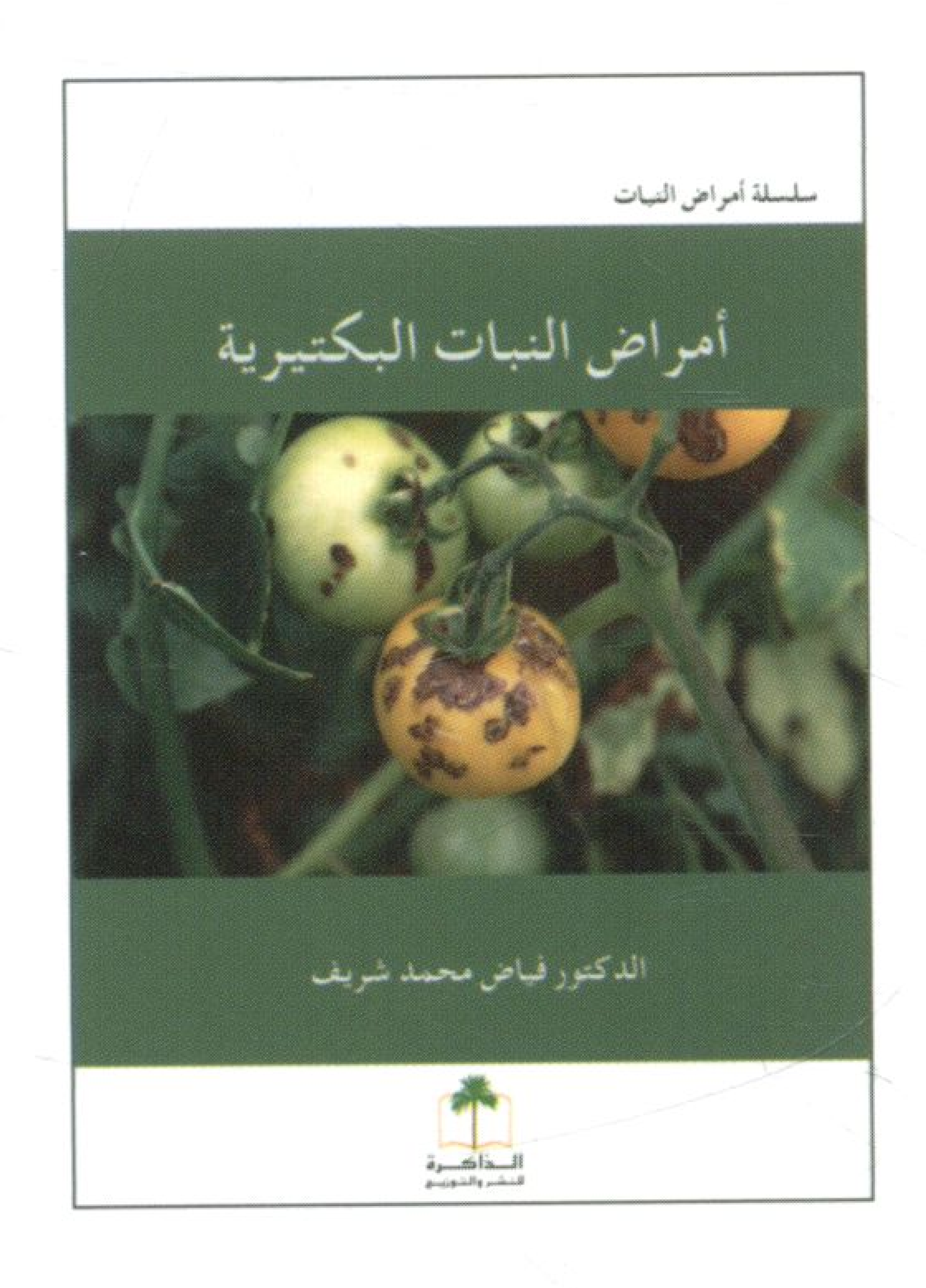
Wu, Z. Y., P. H. Raven and D. Y. Hong, eds. 2003a. *Thesium* Linnaeus, Sp. Pl. 1: 207. 1753. Flora of China, 5 : 211 *www.eFloras.org*

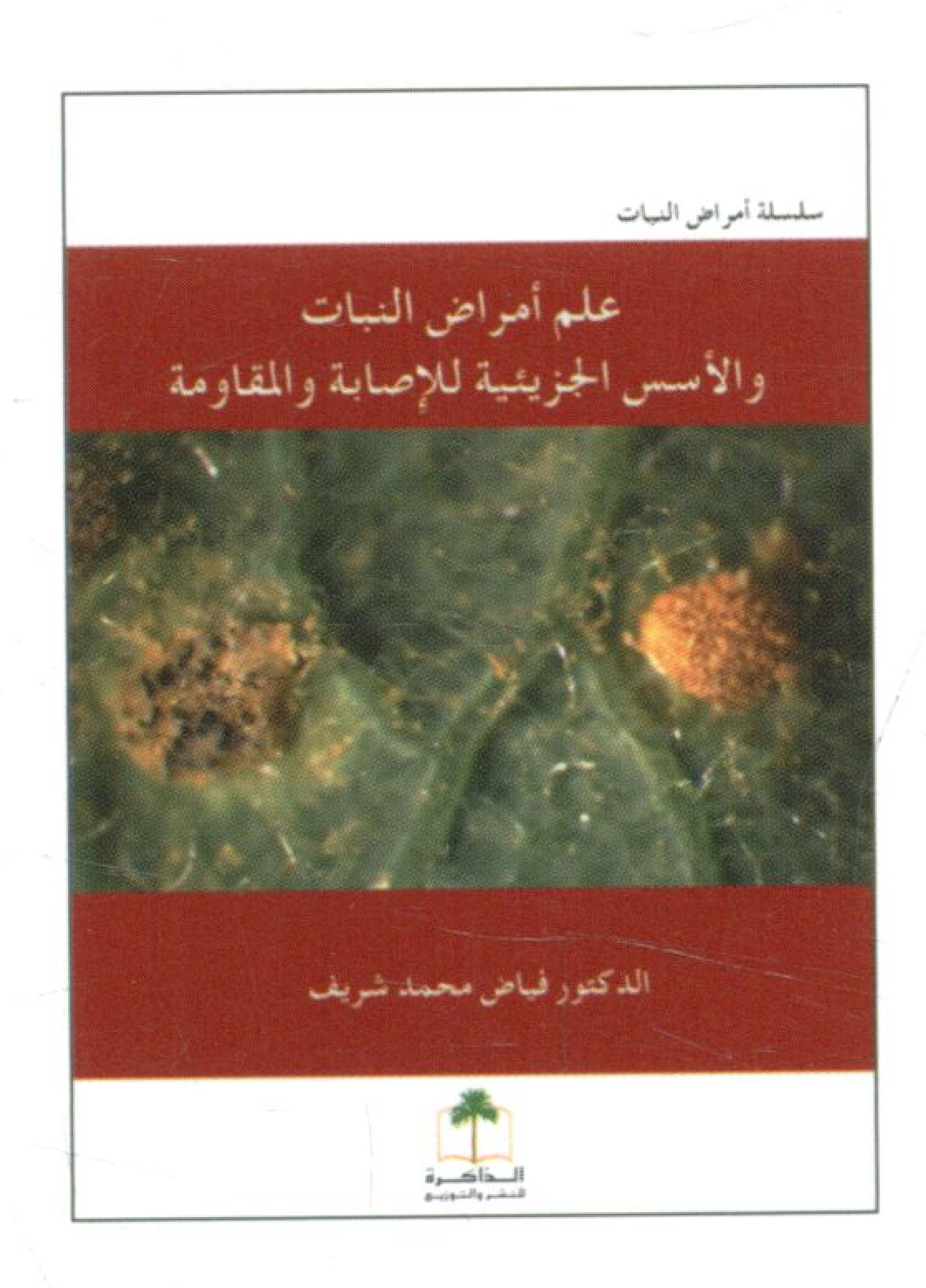
Wu, Z. Y., P. H. Raven and D. Y. Hong, eds. 2003b.*Thesium chinense* Turczaninow, Bull. Soc. Imp. Naturalistes Moscou. 10: 157. 1837.

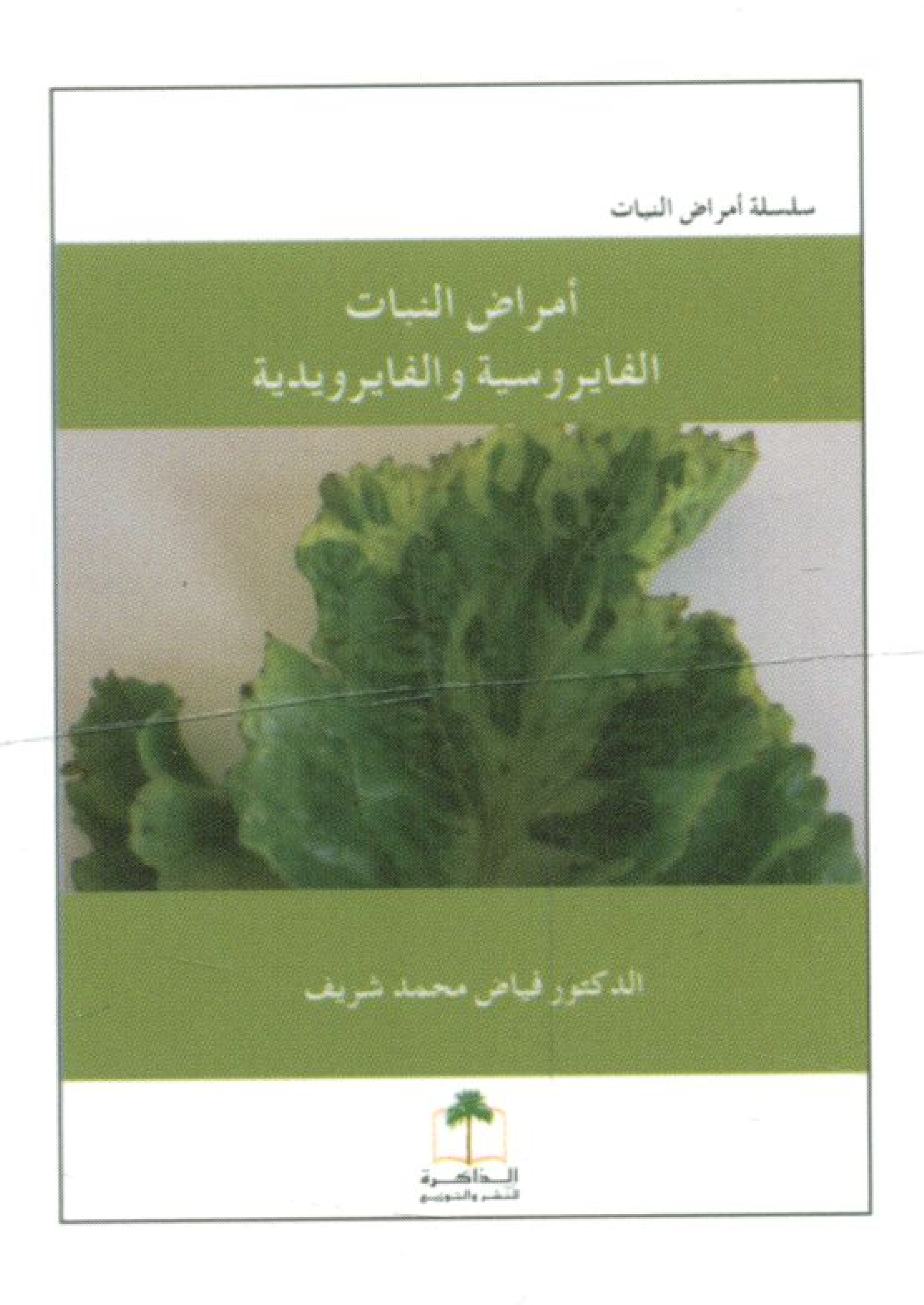
Yoder, J. I. 2001 . Host-plant recognition by parasitic Scrophulariaceae. Curr Opin Plant Biol 4: 359-365

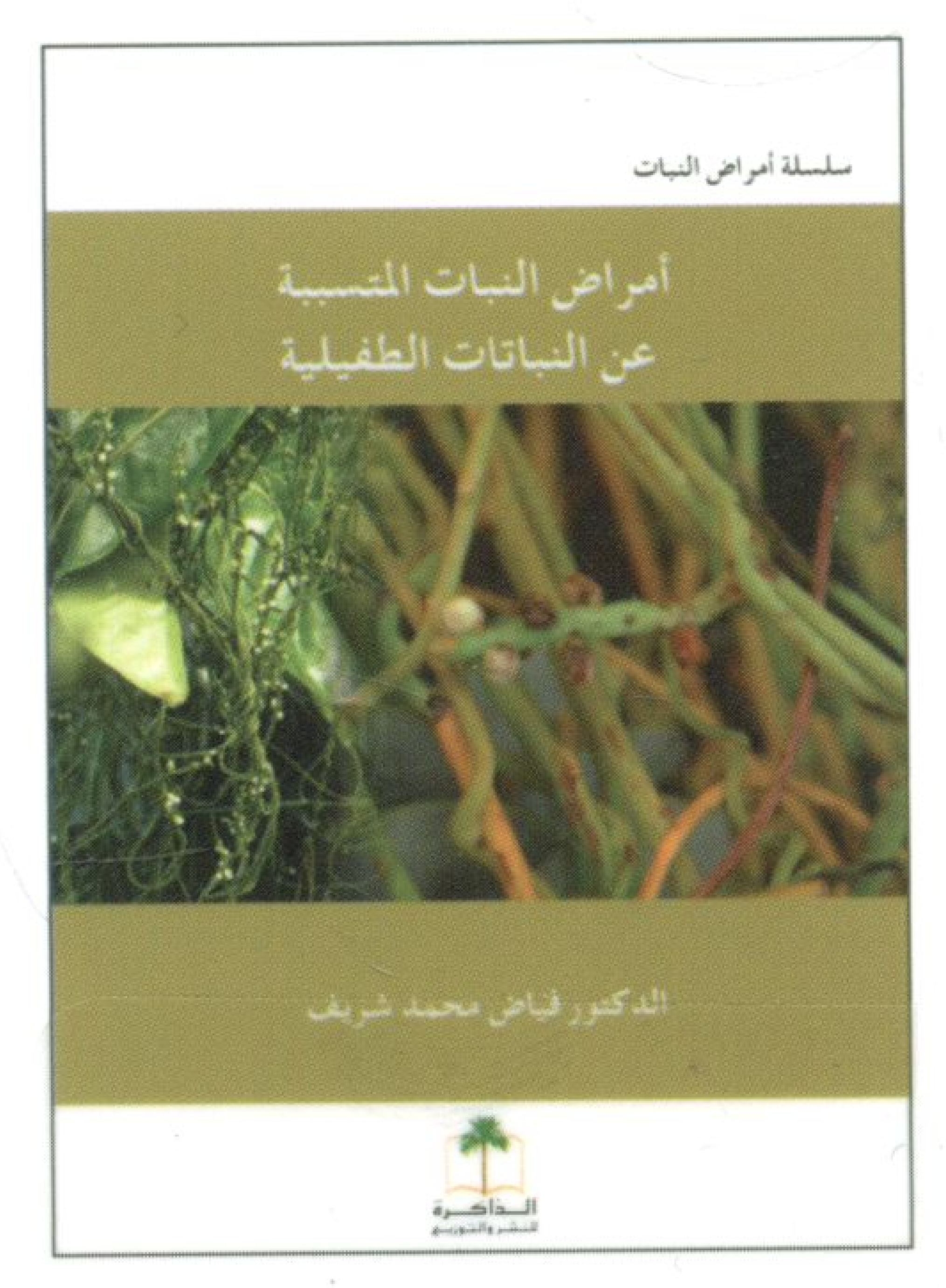
Yoshida, S. and K. Shirasu. 2009 . Multiple layers of incompatibility to the parasitic witchweed, *Striga hermonthica*. New Phytologist, 183: 180–189

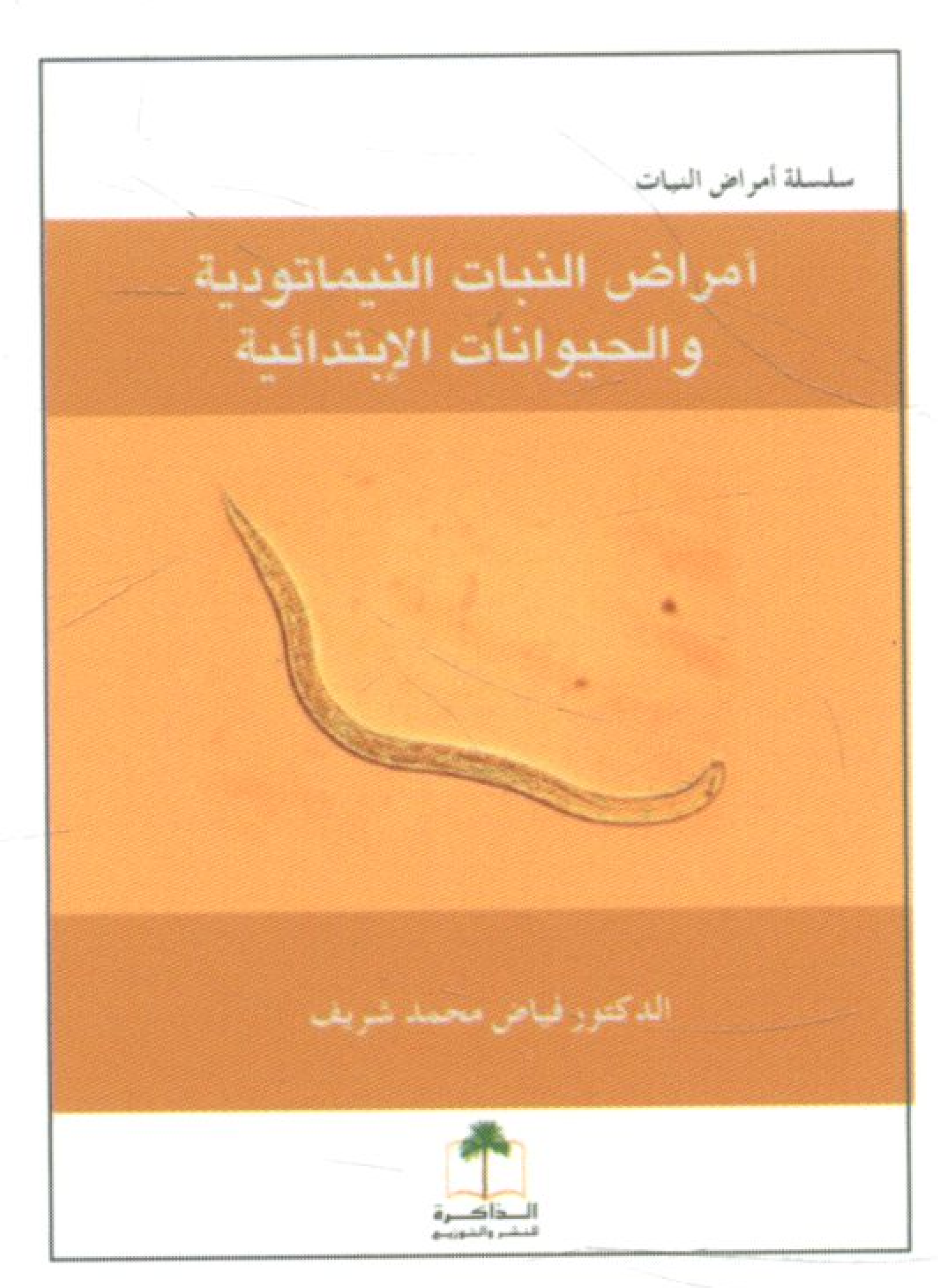
Young, N. D., K. E. Steiner and C. W. dePamphilis. 1999 .The evolution of parasitism in *Scrophulariaceae/Orobanchaceae*: Plastid gene sequences refute an evolutionary transition series. Annals of the Missouri Botanical Garden, 86 (4) : 876-893. doi:10.2307/2666173

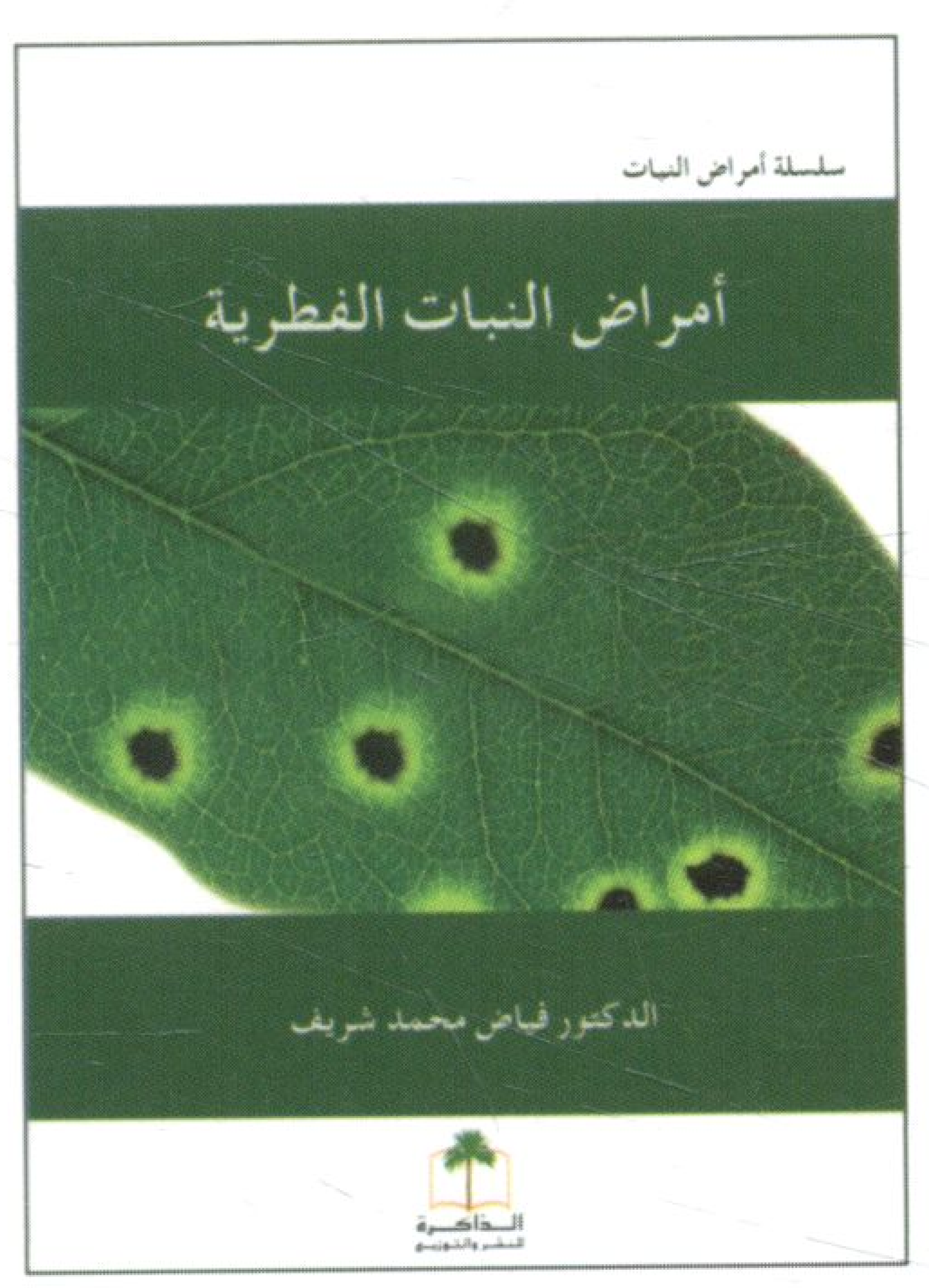












يطلب الكتاب من

الذاكرة
للنشر والتوزيع

العراق : بغداد - الأعظمية بجانب السفارة الهندية .
هاتف : ٤٢٥٩٩٨٧ / ٤٢٥٧٦٢٨ - نقال : ٠٧٨٠٠٧٤٠٧٢٨ / ٠٧٧٠٠٤٨٨٧٨٠
الأردن : عمان - مركز الأردن التجاري - الطابق الثالث .
هاتف : ٥١٥٣٤٦٧ - ٦ - ٩٦٢+ - فاكس : ٥١٥٣٤٧٢ - ٦ - ٩٦٢+
بريد إلكتروني : www.althakerabookshop.com / info@althakerabookshop.com

ISBN 978-6589-09-813-1

